

ПРИБОРЫ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ



Основные данные электронно-лучевых трубок отечественного производства

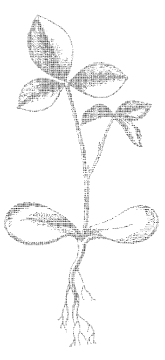
Тип	Накал		Минимальный режим		Максимальный режим		Миним. ток втор. анода	Запирающ. напряж. на модулят.	Чувстви-тельность	Цвет свечения экрана	Отклонение	Фокусировка	Основное применение	Габариты	
	U	I	U_{a_2}	U_{a_1}	U_{a_2}	U_{a_1}								Высота	Диаметр
—	*в*	*а*	*в*	*в*	*в*	*в*	*мка*	*в*	*мм/в*	—	—	—	—	*мм*	*мм*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ЛО-700	0,5—0,9	2,5	—	500	—	1 000	—	—120	0,2	Синий	Электростатическое	Газовая	Осциллографирование	380	127
ЛО-701	0,5—0,9	2,5	—	300	—	600	—	—72	0,24	Зеленый	То же	То же	То же	380	127
ЛО-702	0,5—0,9	2,5	4 000	550—650	5 000	700—800	85	—90	—	Синий	Магнитн.	Электростатичес.	"	480	127
ЛК-703	0,5—0,9	2,5	—	—	5 000	700—800	85	—90	—	Зеленый	То же	То же	Телевидение	480	127
ЛО-705	2,5	1,8—2,4	800	200—250	1 200	280—380	85	—60	0,2	То же	Электростатическое	"	Осциллографирование	300	78
ЛО-706	2,5	1,8—2,4	800	200—260	1 200	280—380	85	—60	0,2	Синий	То же	"	То же	300	78
ЛК-707	2,5	1,8—2,4	—	—	6 000	1 100—1 350	200	—60	—	Белый	Магнитн.	"	Телевидение	545	230
ЛК-708	2,5	1,8—2,4	—	—	3 000	330—490	100	—35	—	То же	То же	"	То же	410	129
ЛО-709	2,5	1,8—2,4	1 000	170—210	2 000	350—440	85	—40	0,2	Зеленый	Электростатическое	"	Осциллографирование	430	135
ЛО-710	2,5	1,8—2,4	1 000	170—210	2 000	350—440	85	—55	0,2	Синий	То же	"	То же	430	135
ЛО-711	2,5	1,8—2,4	3 000	580—660	5 000	1 000—1 100	85	—95	0,08	То же	"	"	"	465	135
ЛО-712	2,5	1,8—2,4	3 000	580—660	5 000	1 000—1 100	85	—95	0,08	Зеленый	"	"	"	465	135
ЛО-713	2,5	1,8—2,4	800	200—260	3 000	800—1 100	85	—100	0,12	Синий	"	"	"	315	78
ЛК-714	2,5	1,8—2,4	—	—	12 000	1 600—2 100	—	—90	—	Зеленый	Магнитн.	"	Телевидение	365	112
ЛК-715	2,5	1,8—2,4	—	—	3 500	—	350	—60	—	Белый	То же	Магнитн.	То же	355	172
ЛО-716	2,5	1,8—2,4	400	100	600	150	70	—90	0,19	Зеленый	Электростатическое	Электростатическое	Осциллографирование	165	53

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 40

ПРИБОРЫ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

(ЭКСПОНАТЫ 7-й ВСЕСОЮЗНОЙ ЗАОЧНОЙ РАДИОВЫСТАВКИ)







ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

В брошюре даются описания наиболее интересных конструкций электронных осциллографов, катодных вольтметров, звукового генератора, приборов для определения качества катушек и магнитных измерений, из числа премированных на 7-й Всесоюзной заочной радиовыставке.

Все эти приборы доступны для изготовления радиолюбителями, обладающими опытом в постройке радиоприемников.

Брошюра составлена по материалам 7-й Всесоюзной заочной радиовыставки инж. З. Б. Гинзбургом.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *М. С. Жук* Техред *Г. Б. Фомилиант*

Сдано в набор 19/IV 1949 г. Подписано к печати 1/X 1949 г.
Объем 3 п. л. 3 уч.-авт. л. 40 000 тип. зн. в 1 п. л. Тираж 25 000
А-13105 Бумага 84×108 1/32 Заказ 2140

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с работой над современной приемной, телевизионной, звукозаписывающей и тому подобной аппаратурой радиолюбительская творческая мысль работает также и над конструкциями усовершенствованных измерительных приборов.

Такие приборы дают радиолюбителям возможность не только налаживать построенную ими радиоаппаратуру, но и производить различные исследования, связанные с разработкой этой аппаратуры.

Измерительные приборы и установки, представленные на 7-й Заочной радиовыставке, показали, что радиолюбители достигли значительных успехов как в части разработки тех или иных измерительных схем, так и в их конструктивном выполнении.

В настоящий выпуск «Массовой радиобиблиотеки» вошли описания нескольких наиболее интересных приборов — осциллографов, звуковых генераторов, ку-метра, мю-метра и катодных вольтметров, отмеченных призами на 7-й Всесоюзной заочной радиовыставке.

Постройка и налаживание этих приборов не представляют больших трудностей и вполне доступны для радиолюбителя средней квалификации.

ПОРТАТИВНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

(Экспонат ***Н. М. Чупиро*** *— г. Ленинград)*

В радиолюбительской работе катодный осциллограф является весьма полезным прибором, позволяющим производить разнообразные измерения и наблюдения, значительно облегчающие налаживание радиоаппаратуры, а также изучение тех или иных радиотехнических процессов.

Ленинградским радиолюбителем Н. М. Чупиро разработан и построен простой портативный осциллограф, вполне доступный для самостоятельного изготовления как радиокружкам, так и отдельным радиолюбителям.

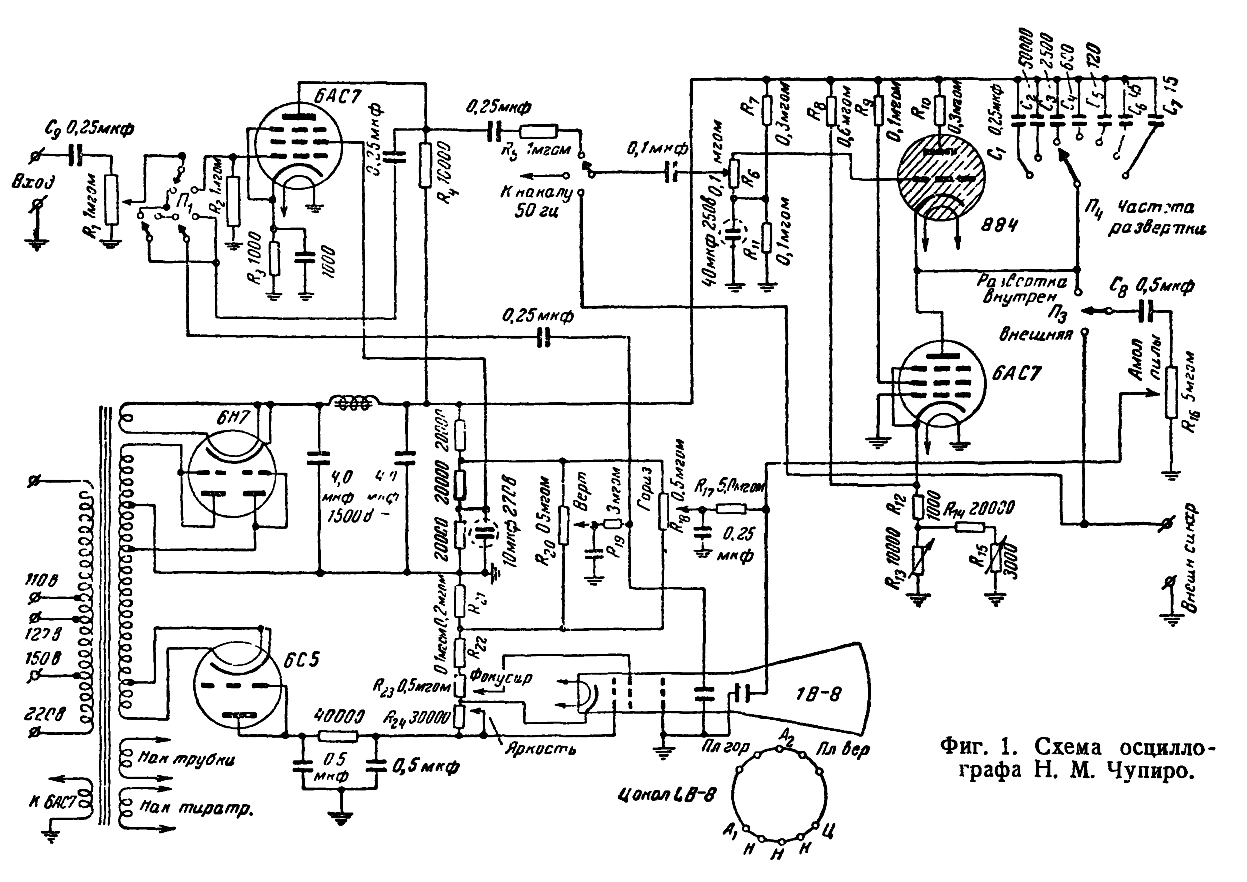
Осциллограф (фиг. 1) состоит из трех узлов: блока развертки, усилителя сигналов и выпрямителя для питания цепей схемы и трубки.

В блоке развертки в качестве генератора пилообразных колебаний применена схема с тиратроном типа 884 и зарядной лампой — пентодом 6АС7

В то время как тиратрон заперт, происходит заряд конденсатора (C_1—C_7) через лампу 6АС7. Режим этой лампы подбирается таким образом, что зарядный ток будет примерно постоянным и напряжение на конденсаторе будет возрастать практически линейно. По достижении необходимого потенциала конденсатор будет разряжаться через тиратрон. В результате этого процесса на потенциометре R_{16}, включенном в анодную цепь 6АС7, будут получаться напряжения пилообразной формы, которые с движка потенциометра подаются на горизонтальные отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки LB-8.

Частота пилообразных колебаний зависит от емкости зарядного конденсатора C_1—C_7. Чем больше будет емкость, тем меньше будет частота развертки.

Грубая регулировка частоты получается за счет переключения конденсаторов постоянной емкости C_1—C_7, производимой переключателем $П_4$. Емкости подобраны таким образом,



Фиг. 1. Схема осциллографа Н. М. Чупиро.

что общий диапазон развертки охватывает частоты от 10 до 20 000 *гц*.

Плавная регулировка частоты получается за счет изменения смещения на лампе 6АС7. Это смещение регулируется переменными сопротивлениями R_{13} и R_{15}, включенными в цепь катода 6АС7. Пилообразное напряжение с лампы 6АС7 подается через конденсатор в 0,5 *мкф* на потенциометр R_{16}. Ползунок этого потенциометра присоединен к горизонтальной пластине трубки, обеспечивая изменение амплитуды развертки.

Синхронизация развертки может быть осуществлена тремя путями: непосредственно от исследуемого сигнала, от сети 50 *гц* и от внешнего источника.

Для подключения источника внешней синхронизации в схеме предусмотрены специальные зажимы, с которых напряжение через переключатель $П_2$ подается на сетку тиратрона 884. Регулировка напряжения синхронизации производится потенциометром R_6.

Для центровки луча по вертикали служит потенциометр R_{20}, а по горизонтали — потенциометр R_{18}.

Исследуемое напряжение с входных зажимов осциллографа подается через разделительный конденсатор на переменное сопротивление R_1. Далее оно может быть подано на трубку как непосредственно, так и через усилитель, состоящий из одного каскада на лампе 6АС7. Для включения усилителя служит переключатель $П_1$. При работе без усилителя цепь сетки лампы 6АС7 отсоединяется во избежание появления сеточных токов, которые могут исказить исследуемый сигнал.

Питание осциллографа осуществляется от двух выпрямителей, имеющих общий силовой трансформатор.

Выпрямитель, питающий усилительную и зарядную лампы и тиратрон, собран на лампе 6Н7. Фильтр состоит из двух емкостей по 4 *мкф* и дросселя от приемника СВД. Выпрямленное напряжение имеет величину около 300 *в*.

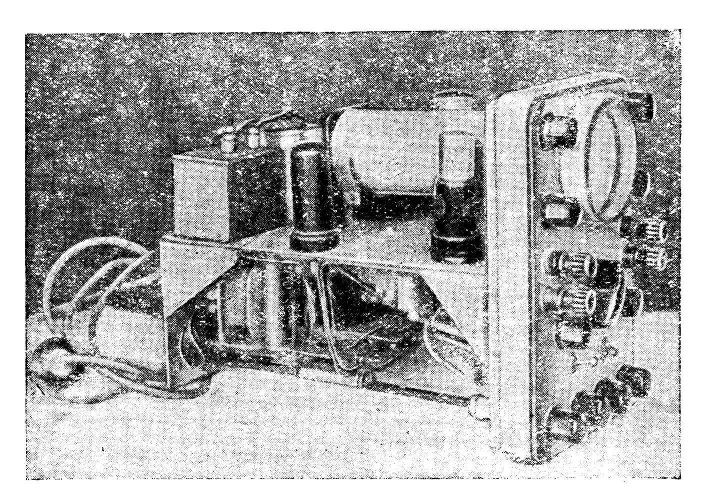
Питание трубки LB-8 происходит от выпрямителя, дающего 500 *в* выпрямленного напряжения; в нем работает лампа 6С5 с сеткой, закороченной на анод. Фильтр этого выпрямителя состоит из двух конденсаторов по 0,5 *мкф* и сопротивления 40 000 *ом*.

Высокое напряжение попадает на делитель R_{21}—R_{24}, с которого снимаются напряжения на первый анод (фокусировка), а также на цилиндр Венельта (регулировка яркости).

Наиболее сложной деталью осциллографа является силовой трансформатор. Его данные следующие: мощность 40 *вт*,

железо Ш-19, набор 4 *см*. Число витков на вольт 6,3. Сетевая обмотка: 693 витка ПЭ-0,4 (110 *в*)+107 витков ПЭ-0,4 (127 *в*)+585 витков ПЭ-0,3 (220 *в*). Повышающая: для усилителя и развертки 2×2 200 витков ПЭ-0,13 и для трубки 1 600 витков ПЭ-0,1; накала кенотрона 6Н7-38 витков ПЭ-0,65, накала кенотрона 6С5-38 витков ПЭ-0,44; накала тиратрона — 38 витков ПЭ-0,44; накала трубки — 75 витков ПЭ-0,47.

Данные сопротивлений и конденсаторов указаны на схеме



Фиг. 2. Общий вид осциллографа Н. М. Чупиро.

Налаживание осциллографа весьма просто. В основном приходится регулировать два узла схемы: питание трубки и развертку.

Питание на аноды и сетку трубки подается с потенциометров R_{23} и R_{24}, которые должны обеспечить нормальный режим яркости и фокусировки трубки. Регулировка частоты развертки сводится к подбору конденсаторов C_1—C_7, а также смещения на тиратроне сопротивлением R_{11}, регулирующим потенциал его зажигания

Налаживание каждого из диапазонов производится совершенно независимо от других диапазонов.

Проще всего налаживание производить при помощи звукового генератора или сети переменного тока, подбирая при этом величины конденсаторов C_1—C_7 до получения нужных частот.

Осциллограф смонтирован в ящике размерами 300×140××200 *мм*.

Для управления осциллографом служат следующие ручки, расположенные на передней панели: вертикального перемещения луча R_{20}, горизонтального перемещения луча R_{18}, фокусировки R_{23}, яркости R_{24}, регулировки частоты грубой $П_{24}$, то же плавной R_{13}, то же тонкой R_{15}, синхронизации R_6, амплитуды пилы R_{16}, регулировки входного напряжения R_1, переключателя на работу с усилителем и без него $П_1$ и переключателя «внешняя и внутренняя развертка» $П_3$.

Размещение деталей и монтаж произведены достаточно рационально и обеспечивают отсутствие влияния поля силового трансформатора на трубку (фиг. 2).

ОСЦИЛЛОГРАФ С НЕПРЕРЫВНОЙ И ЖДУЩЕЙ РАЗВЕРТКОЙ

(Экспонат ***К. А. Сотскова*** *— г. Москва)*

Простой осциллограф дает возможность наблюдать только периодически повторяющиеся процессы и к тому же только в тех случаях, когда частота их не выходит за область частот звукового диапазона.

Для работ, связанных с радиочастотами, исчисляемыми сотнями и тысячами килогерц, такие осциллографы мало пригодны. Особенно сложно обстоит дело, когда приходится наблюдать непериодические или редко повторяющиеся процессы. Здесь уже обыкновенная, непрерывная развертка оказывается совершенно непригодной. В таких случаях приходится пользоваться более совершенным и более сложным осциллографом с непрерывной и ждущей разверткой.

Осциллограф с так называемой ждущей разверткой еще мало известен нашим радиолюбителям.

Такой прибор разработал и построил московский радиолюбитель К. А. Сотсков. Из приводимого ниже описания читатель увидит, что сделать его не сложнее, чем изготовить обычный 6—8-ламповый приемник.

Схема осциллографа

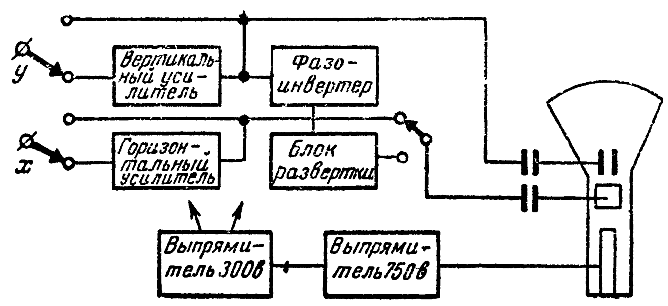
Осциллограф состоит из шести основных узлов, показанных на блок-схеме (фиг. 3).

Исследуемое напряжение подается на клемму вертикального отклонения *у*. На пластины вертикального отклонения на-

пряжение может быть подано как непосредственно со входа, так и после его усиления.

Часть исследуемого напряжения подается на фазоинвертер, с которого сигнал нужной полярности синхронизирует развертку. Необходимость изменения полярности связана с условиями работы ждущей развертки.

Пилообразное напряжение с блока развертки подается на пластины горизонтального отклонения. Кроме того, на пластины горизонтального отклонения может быть подано какое-



Фиг. 3. Блок-схема осциллографа с непрерывной и ждущей разверткой К. А. Сотскова.

либо внешнее напряжение; оно подается либо непосредственно, либо через горизонтальный усилитель.

В осциллографе имеются два выпрямителя: первый — на 300 *в*; он питает блок развертки, усилители и фазоинвертер; второй — на 750 *в* для питания электронно-лучевой трубки типа 906.

Питание осциллографа осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 *в*.

Каскад развертки

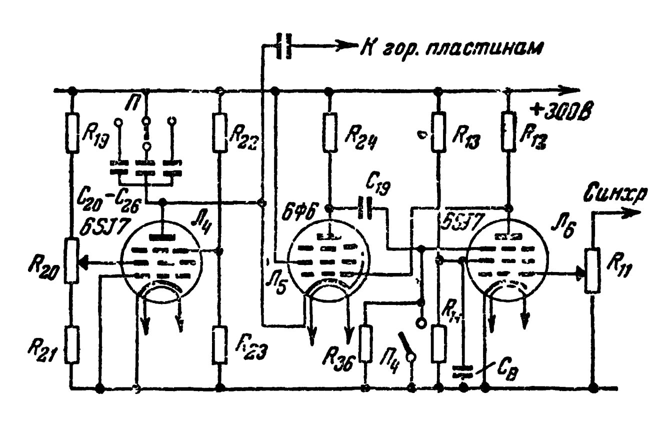
В каскаде развертки (фиг. 4) работают три лампы, из которых одна $Л_4$ — пентод 6SJ7 — служит для поддержания постоянным тока заряда конденсатора. Две другие лампы $Л_5$ — 6Ф6 и $Л_6$—6SJ7 входят в схему генератора пилообразного напряжения.

Схема работает следующим образом.

1) Непрерывная развертка (выключатель $П_4$ разомкнут). С какого-то момента конденсатор C_{20-26} начинает за-

ряжаться от источника высокого напряжения через каскад $Л_4$. В этот момент на сетке лампы $Л_5$ поддерживается напряжение, равное питающему, минус падение напряжения на сопротивление анодной нагрузки $Л_6$. Это напряжение таково, что $Л_5$ оказывается запертой до того момента, когда C_1 успеет зарядиться до такой величины, чтобы напряжение на сетке $Л_5$ относительно катода стало равно напряжению отпирания.

С этого момента конденсатор начинает разряжаться через $Л_5$, причем ток через сопротивление R_{24} вызовет появление отрицательного потенциала на пентодной сетке $Л_6$. Вследствие



Фиг. 4. Схема каскада развертки осциллографа К. А. Сотскова.

этого потенциал ее анода возрастет, что в свою очередь вызовет рост тока через $Л_5$. Таким образом весь процесс протекает лавинообразно, и в очень короткий промежуток времени конденсатор окажется разряженным до исходного потенциала.

К этому времени $Л_6$ снова отопрется благодаря уменьшению тока через R_{24}. Лампа $Л_5$ снова окажется запертой и конденсатор опять начнет заряжаться через $Л_4$. Заряд емкости через пентод $Л_4$ является прямым ходом луча по экрану электронно-лучевой трубки.

Скорость заряда, а следовательно, и частота развертки устанавливаются грубо путем подключения одного из конденсаторов группы C_{20}—C_{26}. Плавное изменение частоты развертки производится путем изменения напряжения на экранной

сетке $Л_4$ потенциометром R_{20}. Для синхронизации частоты развертки с частотой исследуемого сигнала используется управляющая сетка $Л_6$, на которую подается часть исследуемого напряжения, снимаемая с потенциометра R_{11}.

Диапазон частот, генерируемых схемой, лежит в пределах от 2 *гц* до 400 *кгц* и перекрывается семью зарядными конденсаторами C_{20}—C_{26}. Наивысшая частота развертки генерируется с емкостью C_{26}, роль которой играет паразитная емкость схемы.

Напряжение на экранной сетке устанавливается делителем R_{19}, R_{20}, R_{21} и может изменяться в пределах от 6 до 48 *в*. При каждом включенном зарядном конденсаторе частота может плавно изменяться в 7—8 раз, что обеспечивает перекрытие всего диапазона без провалов.

На пентодную сетку $Л_4$ подан небольшой положительный потенциал (около 10 *в*), что несколько уменьшает зависимость анодного тока от анодного напряжения. Так, при изменении анодного напряжения почти вдвое анодный ток меняется всего лишь на 4—5%. Этим достигается значительная линейность развертки.

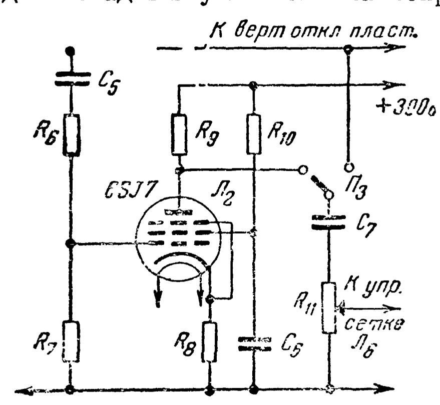
2) Ждущая развертка (развертка одиночной строки). В случае непрерывной развертки схема работает с самовозбуждением благодаря подаче на сетку $Л_6$ напряжения с сопротивлением R_{24} после того, как конденсатор C_{20-26} зарядится до напряжения, достаточного для отпирания лампы $Л_5$. Если это напряжение на пентодную сетку $Л_6$ не подавать, то развертка повторяться не будет. Для этого достаточно заземлить пентодную сетку $Л_6$ при помощи выключателя $П_4$. При таком положении $Л_5$ остается запертой, а C_{20-26}— заряженным до тех пор, пока на управляющую сетку $Л_6$ не будет подан отрицательный импульс сигнала. Тогда $Л_6$ запирается, на сетку $Л_5$ будет подаваться полное высокое напряжение, и конденсатор C_{20-26} почти полностью разрядится. После этого начинается заряд со скоростью, обусловленной емкостью зарядного конденсатора и током, проходящим через лампу $Л_4$.

Для запуска ждущей развертки используется тот же сигнал, который подается на пластины вертикального отклонения. Возможность использования сигналов, как положительных, так и отрицательных, требует устройства, которое могло бы менять полярность сигнала с тем, чтобы на сетку $Л_6$ сигнал всегда попадал в отрицательной фазе. Для этой цели в описываемой схеме служит фазоинверсный каскад.

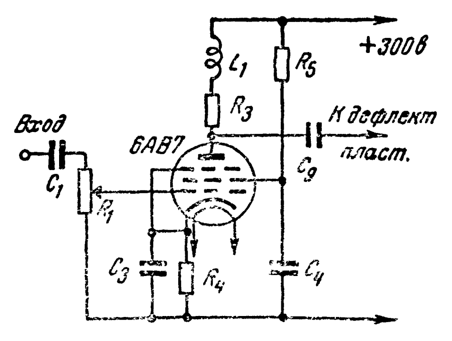
Фазоинвертер

Фазоинвертер служит для превращения сигнала положительной полярности в сигнал отрицательный. Это необходимо, так как ждущая развертка приводится в действие лишь отрицательным сигналом.

Как видно из схемы (фиг. 5) фазоинвертером является однокаскадный усилитель на сопротивлениях. Сопротивление в катоде лампы не зашунтировано емкостью, в результате чего каскад работает с небольшой отрицательной обратной связью; эта связь позволяет подавать на сетку лампы 6SJ7 амплитуду несколько большую, чем допустимая в нормальном усилительном каскаде. Напряжение на потенциометр R_{11} для синхронизации и запуска развертки может быть взято как непосредственно с провода, ведущего к пластине вертикального отклонения, так и с анода фазоинверсной лампы. Сопротивление анодной нагрузки R_9, равное 15 000 *ом*, обеспечивает коэффициент усиления каскада около 15. На сетку лампы каскада подается напряжение с делителя R_6—R_7 с отношением 1 : 15. Таким образом, режим синхронизации не меняется от изменения полярности сигнала. Изменение полярности осуществляется при помощи переключателя $П_3$. Амплитуда синхронизирующего напряжения регулируется потенциометром R_{11} (ручка «синхронизация»).



Фиг. 5. Схема фазоинвертера осциллографа К. А. Сотскова.



Фиг. 6. Схема вертикального и горизонтального усилителей осциллографа К. А. Сотскова.

Усилитель для вертикального отклонения луча

Усилитель для вертикального отклонения луча (фиг. 6) собран на лампе 6АВ7. При сопротивлении анодной нагрузки R_3, равной 10 000 *ом*, максимальный коэффициент усиления составляет около 50, что достаточно для большинства измерений.

Последовательно с сопротивлением анодной нагрузки включена индуктивность L_1 в 600 *мкгн*, корректирующая усилитель на высоких частотах. Верхний предел полосы пропускания усилителя лежит в области частот порядка 500—600 *кгц*. Напряжение на входе усилителя регулируется потенциометром R_1 в 1 *мгом*. Этот же потенциометр регулирует амплитуду входного напряжения при непосредственной подаче его на отклоняющие пластины. При работе без усилителя сетка лампы последнего заземляется.

Наблюдение кривых напряжений с частотой выше 15—20 *кгц* рекомендуется производить при полностью введенном потенциометре R_2, иначе могут появиться искажения, вызванные наличием паразитной емкости входа.

Усилитель для горизонтального отклонения луча

Усилитель для горизонтального отклонения луча может быть использован при развертке, производимой от внешнего источника, или для сравнения частот и фаз по методу фигур Лиссажу. Данные такого усилителя — те же, что и усилителя, описанного ранее (фиг. 6).

Переключатель входа имеет три положения: при первом на горизонтальные пластины подается пилообразное напряжение развертки; при втором — зажим входа присоединен через емкость к пластине горизонтального отклонения; при третьем — входной зажим соединен с сеткой усилителя, а напряжение с усилителя подается к пластинам горизонтального отклонения.

Во всех трех случаях амплитуда регулируется потенциометром R_2 в 2 *мгом*.

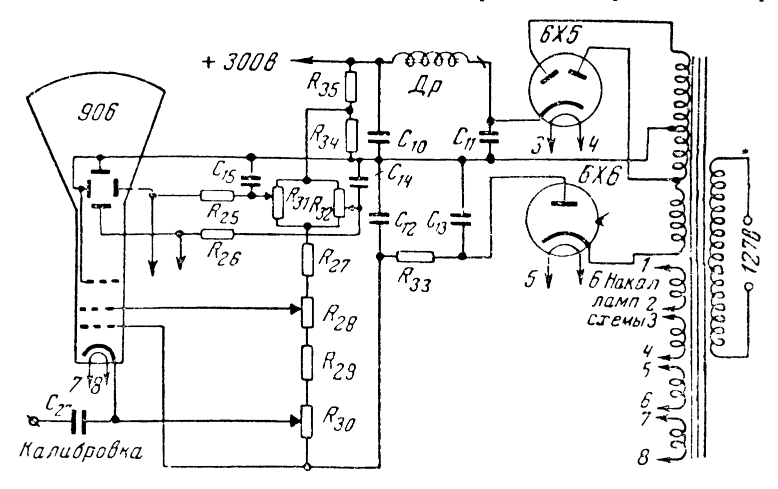
Питание осциллографа

Питание осциллографа производится от выпрямителя (фиг. 7), работающего от одного общего силового трансформатора, рассчитанного на включение в сеть переменного тока напряжением 127 *в*.

Выпрямитель для питания схемы собран по обычной двухполупериодной схеме на кенотроне 6Х5.

Фильтр—П-образный с дросселем. Общая емкость конденсаторов фильтра — 30 *мкф*. Напряжение, даваемое выпрямителем под нагрузкой, составляет 300 *в*.

Выпрямитель, питающий электронно-лучевую трубку, собран по однополупериодной схеме. На второй анод трубки подается 750 *в*. Такое относительно небольшое напряжение позволяет использовать в качестве кенотрона лампу 6Х6, которая



Фиг. 7. Выпрямительная часть осциллографа К. А. Сотскова.

в этих условиях работает вполне надежно. Фильтр выпрямителя состоит из двух конденсаторов по 0,1 *мкф* и сопротивления R_{33} в 220 000 *ом*.

В осциллографе применена трубка типа 906. Напряжение на электроды трубки снимается с делителя, стоящего на выходе высоковольтного выпрямителя. Делитель состоит из четырех постоянных сопротивлений: R_{35}, R_{34}, R_{27}, R_{29} и четырех потенциометров: R_{30} — регулировки яркости, R_{28} — фокусировки, R_{31} — вертикального смещения луча и R_{32} — горизонтального смещения его.

Провод от катода трубки через емкость выведен к зажиму, находящемуся на задней стенке осциллографа. При подаче на этот зажим напряжения, изменяющегося с известной частотой, получается возможность модулировать поток электронов и производить таким образом калибровку сигнала по

времени. Для этого ручку яркости устанавливают в такое положение, когда на экране трубки сигнал оказывается вычерченным штрихами или точками. Подсчитав их количество и зная частоту модулирующего напряжения, определяют длительность сигнала или периода кривой исследуемого напряжения

Данные деталей осциллографа

Принципиальная схема осциллографа приведена на фиг. 8.

Данные деталей, примененных в осциллографе, следующие: Лампы $Л_1$ — 6AB7, $Л_2$ — 6SJ7, $Л_3$ — 6AB7, $Л_4$ — 6SJ7, $Л_5$—6Ф6, $Л_6$—6SJ7, $Л_7$—6X5, $Л_8$—6X6, $Л_9$—906.

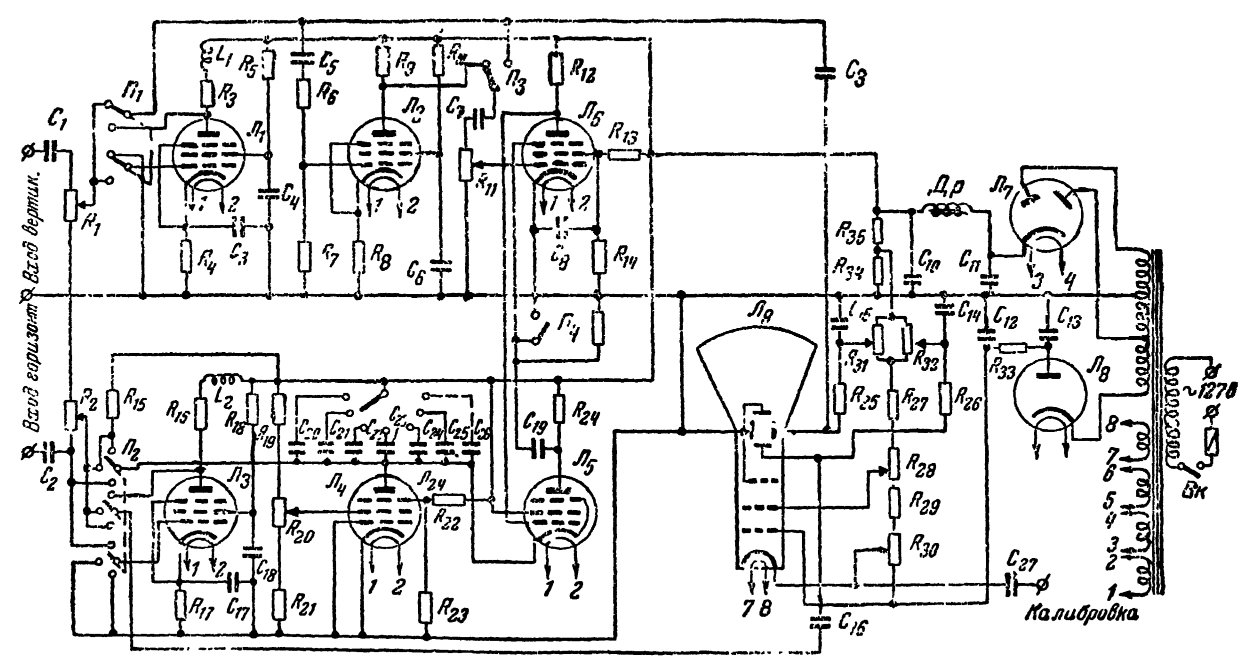
Силовой трансформатор *Тр* имеет следующие обмотки:

№ п/п.	Напряжение обмоток	Количество витков	Провод	Напряжение, *в*
1	Сетевая	600	ПЭ-0,35	127
2	Повышающая для питания анодов ламп	2×1 500	ПЭ-0,2	320×2
3	Дополнительная секция повышающей (для питания электронно-лучевой трубки) . .	1 500	ПЭ-0,2	320
4	Накальная для питания ламп схемы	33	ПЭ-1,5	6,3
5	То же кенотрона 6X5	33	ПЭ-1,0	6,3
6	То же 6X6	33	ПЭ-1,0	6,3
7	То же трубки	13	ПЭ-1,5	2,5

Дроссели высокой частоты L_1 и L_2 — по 600 *мкгн.*

Конденсаторы: C_1 — 0,1 *мкф*; C_2 — 0,1 *мкф*; C_3 — 100 *мкф* на 6 *в*; C_4, C_5 и C_6 — по 1 *мкф*; C_7 — 1 000 *мкмкф*; C_8 и C_9 — по 1 *мкф*; C_{10} — 20 *мкф* на 450 *в*; C_{11} — 10 *мкф* на 450 *в*; C_{12} и C_{13} — по 0,1 *мкф*; C_{14} и C_{15} — по 0,05 *мкф*; C_{16} — 1 *мкф*; C_{17} — 100 *мкф* на 6 *в*; C_{18} — 1 *мкф*; C_{19} — 0,1 *мкф*; C_{20} — 1 *мкф*; C_{21} - 0,1 *мкф*; C_{22} — 15 000 *мкмкф*; C_{23} — 3 000 *мкмкф*; C_{24} — 500 *мкмкф*; C_{25} — 160 *мкмкф*; C_{27} — 1 000 *мкмкф* на 1 000 *в*.

Сопротивления: R_1 — 1 *мгом*; R_2 — 2 *мгом*; R_3 — 10 000 *ом*; R_4 — 0,3 *мгом*; R_5 — 57 000 *ом*; R_6 — 1 *мгом*; R_7 — 50 000 *ом*; R_8 — 300 *ом*; R_9 — 15 000 *ом*; R_{10}—0,25 *мгом*; R_{11} — 1 *мгом*; R_{12} — 0,1 *мгом*; R_{13} и R_{14} — по 0,15 *мгом*; R_{15} — 57 000 *ом*; R_{16} — 10 000 *ом*; R_{17} — 300 *ом*; R_{18} — 57 000 *ом*; R_{19} — 150000 *ом*; R_{20} — 50 000 *ом*; R_{21} — 3 000 *ом*; R_{22} — 0,15 *мгом*; R_{23} и



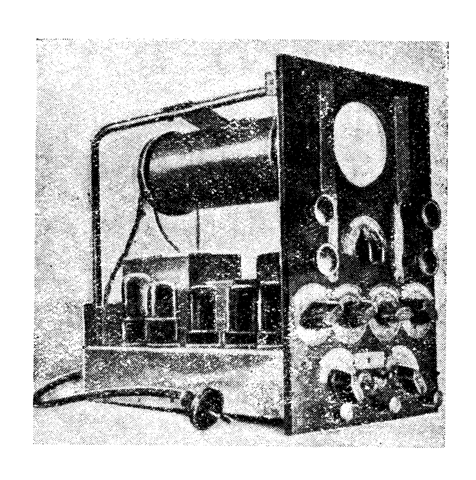
Фиг. 8. Полная принципиальная схема осциллографа с непрерывной и ждущей разверткой К. А. Сотскова.

R_{24} — по 5 000 *ом*; R_{25} и R_{26} — по 3 *мгом*; R_{27} — 150 000 *ом*; R_{28} — 0,5 *мгом*; R_{29} — 57 000 *ом*; R_{30} — 50 000 *ом*; R_{31} и R_{32} — по 0,5 *мгом*; R_{33} — 0,2 *мгом*; R_{34} и R_{35} — по 57 000 *ом*; R_{36} — 2 *мгом*.

Конструктивное оформление

Осциллограф собран на алюминиевом шасси размером 300×160×55 *мм*. Общий вид его со снятым чехлом показан на фиг 9.

На шасси размещены восемь ламп схемы, силовой трансформатор, дроссель фильтра и блок конденсаторов развертки. Все остальные детали, кроме переключателей и потенциометров управления, размещены под горизонтальной панелью. На средине вертикальной панели размещены все потенциометры регулировок и управления, переключатели и зажимы входа. Каждая ручка снабжена соответствующей надписью. В верхней части вертикальной панели имеется окно для экрана трубки, снабженное градуировочной сеткой. Схема трубки заключена в цилиндрический экран, который крепится к двум гнутым алюминиевым рейкам. Весь осциллограф заключен в деревянный ящик размером 310×300×185 *мм*.



Фиг. 9. Общий вид осциллографа (со снятой крышкой) К. А. Сотскова.

Данные осциллографа

Чувствительность по вертикали: без усилителя — 0,4 *мм/в*, с усилителем — 15 *мм/в*.

Чувствительность по горизонтали: без усилителя — 0,37 *мм/в*, с усилителем — 14 *мм/в*.

Диапазоны частот развертки: от 2 *гц* до 400 *кгц*.

Полоса пропускания усилителей до 500—600 *кгц*.

Мощность, потребляемая от сети, — 55 *вт*.

ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР

(Экспонат ***Н. М. Чупиро*** *— г. Ленинград)*

Для определения основных характеристик усилителей низких частот, громкоговорителей и звукозаписывающих аппаратов необходимы синусоидальные колебания звуковой частоты, калиброванные по двум параметрам: по частоте и по напряжению.

Источником таких синусоидальных колебаний является звуковой генератор.

Наиболее универсальным и вместе с тем простым звуковым генератором, удовлетворяющим по своим техническим данным и стоимости как лаборатории радиоклубов, так и отдельных радиолюбителей, являются звуковые генераторы типа RC.

Описываемый ниже звуковой генератор, сконструированный Н. М. Чупиро, относится именно к аппаратам этого типа.

Диапазон генератора от 20 до 20 000 *гц* перекрывается тремя поддиапазонами. При этом выходная мощность составляет около 1 *вт*. Коэффициент нелинейных искажений при максимальной мощности не превосходит 2%.

Выходное сопротивление 500 *ом*. Максимальное выходное напряжение 25 *в*, которое регулируется плавно в пределах от нуля до максимума. Делитель выходного напряжения имеет четыре положения: 20 *дб*, 40 *дб*, 60 *дб* и 80 *дб*.

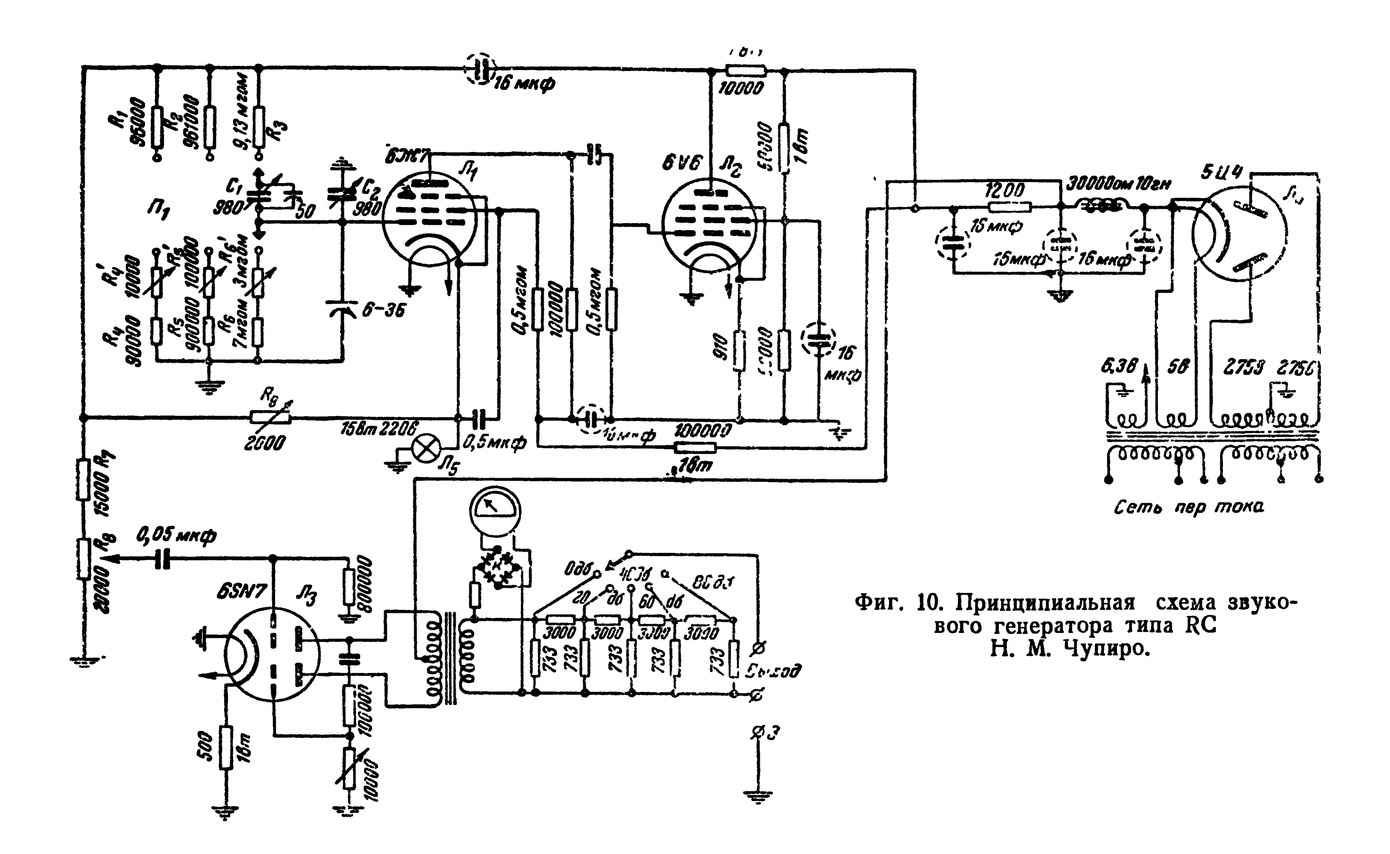
Питание прибора производится от сети переменного тока 127—220 *в*.

Принципиальная схема генератора приведена на фиг. 10. Он состоит из двухкаскадного возбудителя, усилителя, выпрямителя и выходного делителя.

Возбудитель работает на лампах 6Ж7 и 6V6 ($Л_1$ и $Л_2$). С анода лампы 6V6 через электролитический конденсатор в 16 *мкф* и сопротивления R_1, R_2 и R_3 подана положительная обратная связь на сетку лампы 6Ж7 ($Л_1$).

В цепь отрицательной обратной связи входит лампочка накаливания 15 *вт* 220 *в* ($Л_5$), которая служит для автоматической регулировки амплитуды напряжения, отдаваемого возбудителем.

Изменение частоты производится подключением сдвоенных емкостей C_1 и C_2 по 980 *мкмкф* каждая к сопротивлениям R_1—R_4, R_2—R_5, R_3—R_6. Сопротивления R_4, R_5 и R_6 соединены последовательно с переменными сопротивлениями для точной подгонки частоты.

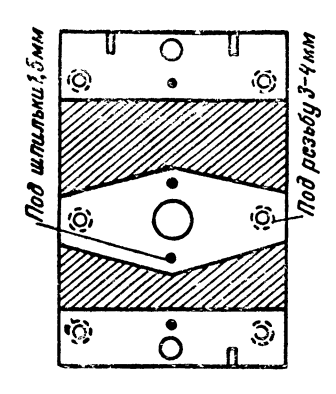


Фиг. 10. Принципиальная схема звукового генератора типа RC Н. М. Чупиро.

При различных положениях переключателя $П_1$ можно получать следующие диапазоны частот: при первом от 20 до 200 *гц;* при втором от 200 до 2 000 *гц* и при третьем от 2 000 до 20 000 *гц.*

Колебания возбудителя попадают на сопротивления R_7 и R_8; первое из них является ограничительным, а со второго переменного напряжение снимается на выходной каскад.

Выходной каскад выполнен на лампе 6SN7 ($Л_3$) по пушпульной схеме, что обеспечивает малые нелинейные искажения и уменьшает размеры выходного трансформатора. Инверсия производится в анодной цепи лампы 6SN7.



Фиг. 11. Деталь крепления ротора переменного конденсатора.

Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме на кенотроне 5Ц4 ($Л_4$). Для обеспечения хорошей фильтрации, фильтр выпрямителя взят двухзвенный с электролитическими конденсаторами по 16 *мкф* каждый.

В генераторе применен широко распространенный агрегат конденсаторов от 6Н-1. Для хорошего перекрытия при сравнительно небольших величинах сопротивлений желательно применить блок с максимальной емкостью в пределах 800—1 000 *мкмкф.* В данной конструкции использованы два агрегата от 6Н-1 таким образом, что каждая из емкостей C_1 и C_2 состоит из одного сдвоенного переменного конденсатора, секции которого соединены параллельно.

Так как емкости C_1 и C_2 должны изменяться строго одинаково, то для этого на ось каждого конденсатора установлен эбонитовый шкив. Шкивы соединены между собой стальной тонкой лентой, закрепленной винтами в одной точке на каждом из шкивов. Таким образом, получается жесткое и надежное соединение обоих конденсаторов.

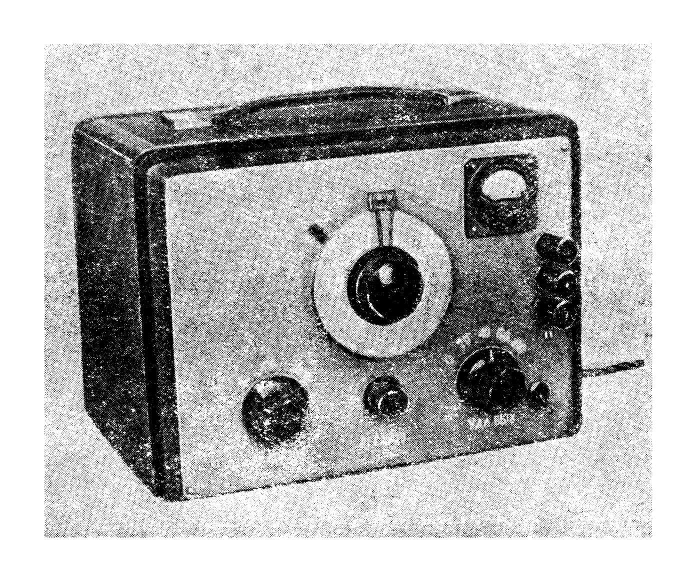
В конденсаторе C_1 ротор так же, как и статор, не должен соединяться с землей. Поэтому ротор электрически отсоединяется от корпуса путем замены упорного заднего винта на эбонитовый и удаления из передней стенки заштрихованной части, указанной на фиг. 11.

Данные трансформаторов и дросселя:

Наименование	Тип железа	Сечение $см^2$	Число витков	Диаметр проволоки, *мм*
Силовой трансформатор	Ш-19 норм	8	2×(515+75)	0,33
			2×1 200	0,15
			24	1,0
			29	1,0
Выходной трансформатор	Ш-19	6	2×2 000	0,1
			600	0,3
Дроссель фильтра . .	Ш-19 укор.	4	3 000	0,25

При правильном выполнении монтажа схемы, прибор начинает работать сразу.

Величина нелинейных искажений зависит от величины обратной связи. Для ее подбора в схеме имеется переменное



Фиг. 12. Общий вид звукового генератора Н. М. Чупиро.

сопротивление R_9. Нужно подобрать такую обратную связь, при которой колебания на всех диапазонах не срываются, а нелинейные искажения сводятся в минимуму. Окончательная

регулировка производится после того, как получены соответствующие перекрытия диапазонов. Перекрытия диапазонов подбираются сопротивлениями R'_4, R'_5 и R'_6. При переходе с диапазона на диапазон, при правильной установке сопротивлений напряжение на выходе остается постоянным.

Градуировка производится с помощью звукового генератора или осциллографа.

Прибор смонтирован на горизонтальном шасси, размерами 170×240×50 *мм* и вертикальной передней панели размерами 250×190 *мм*; на последней установлены органы управления генератором.

На передней панели размещены лимб с градуировкой, переключатель диапазонов, ручка регулировки амплитуды, ручка удлинителя, измерительный купроксный прибор, включенный на вход удлинителя, выключатель прибора и зажимы выхода и земли.

На фиг. 12 показаны общий вид прибора и размещение органов управления на передней панели.

КУ-МЕТР

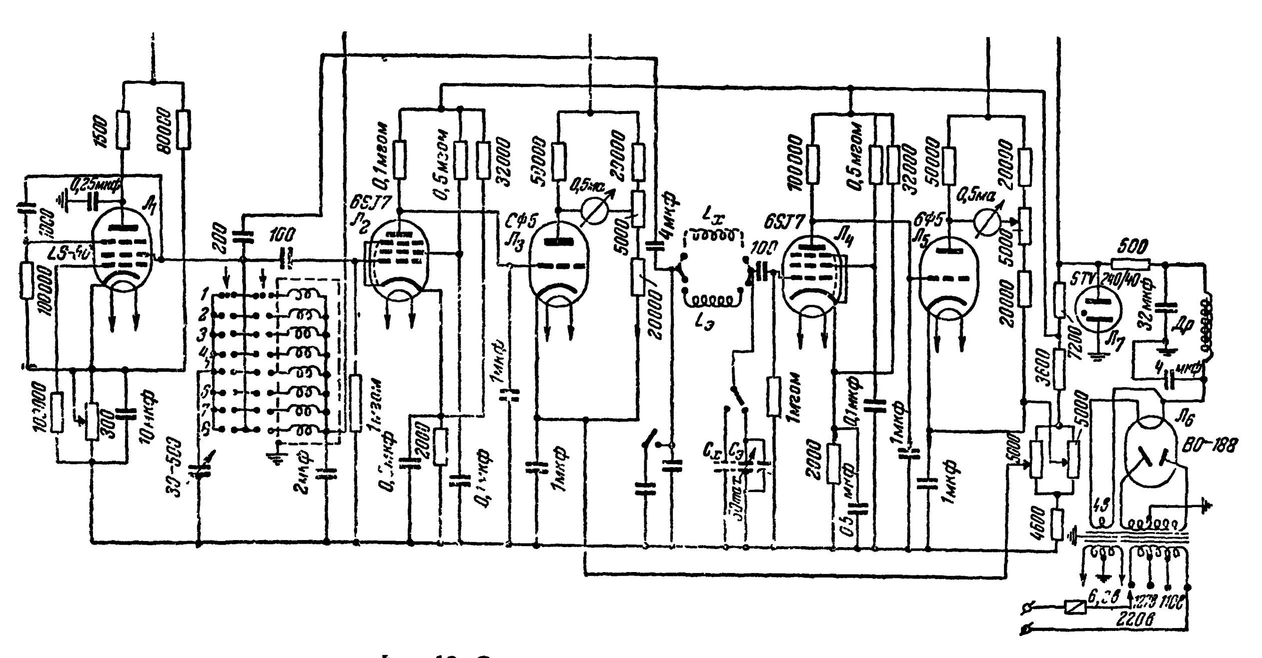
*(Экспонат **А. Б. Коренманн** — г. Львов)*

Качество катушки, являющейся основной частью колебательного контура, характеризуется отношением ее индуктивного сопротивления к активному. Это отношение называется добротностью катушки или множителем напряжения и обозначается обычно буквой Q («ку»). Приборы, предназначенные для измерения добротности катушек, получили поэтому название «ку-метров».

Этот вид приборов еще сравнительно мало известен нашим радиолюбителям, но они весьма полезны в радиолюбительских лабораториях, так как с их помощью можно определять не только добротность контурных катушек, но и индуктивность, емкость и собственную частоту контуров, а также производить ряд других измерений.

Описываемый ниже ку-метр, построенный А. Б. Коренманн, состоит из высокочастотного генератора (фиг. 13) с диапазоном частот от 100 *кгц* до 20 *мггц*, двух ламповых вольтметров, переключателя на различные виды измерений и выпрямителя со стабилизатором.

Генератор высокой частоты собран на выходном пентоде типа *LS*-50 по транзитронной схеме. Весь диапазон перекрывается 8 катушками и переменным конденсатором с макси-



Фиг. 13. Схема ку-метра А. Б Коренманн.

мальной емкостью 500 *мкмкф*. Изменение амплитуды напряжения высокой частоты осуществляется переменным сопротивлением в 300 *ом*, находящимся в цепи катода лампы *LS*-50.

Напряжение от генератора через конденсатор связи в 200 *мкмкф* подается на емкостный делитель напряжения, а с него на резонансный контур.

В этот контур по желанию может быть введена или испытуемая катушка L_x, или конденсатор C_x, или же эталонная катушка $L_э$ и конденсатор $C_э$. Подключение того или иного элемента осуществляется переключателем *П*.

Для измерения напряжения, получающегося на контуре генератора, служит ламповый вольтметр, собранный на двух лампах $Л_2$ и $Л_3$. Первая из них работает в качестве анодного детектора, а вторая как усилитель постоянного тока.

В анодную цепь лампы 6Ф5 включен миллиамперметр со шкалой в 0,5 *ма*. Установка нуля миллиамперметра производится переменным сопротивлением 5 000 *ом*, ползунок которого соединен с одним из зажимов измерительного прибора. Для регулирования режима усилительной лампы служит потенциометр в 5 000 *ом*, находящийся в цепи катода этой лампы.

Выпрямитель собран по обычной двухполупериодной схеме на лампе ВО-188. Для того, чтобы исключить влияние колебаний напряжения сети в выходной части сглаживающего фильтра, установлен неоновый стабилизатор напряжения $Л_7$ типа STV 280/40.

Данные всех деталей приведены на схеме.

Катушки генератора и эталонная катушка подбираются в зависимости от имеющегося конденсатора настройки и желаемого диапазона частот.

Измерение напряжения, получающегося на испытываемом контуре, производится с помощью второго лампового вольтметра, состоящего также из двух ламп — $Л_4$ и $Л_5$. Он собран по точно такой же схеме, как и первый. Отношение показания второго вольтметра к показанию первого (с учетом коэффициента делителя) дает величину множителя вольтажа, т. е. добротность контура или испытуемой катушки.

При измерении добротности катушки последняя присоединяется к зажимам L_x и параллельно ей подключается эталонная емкость $C_э$. Генератор высокой частоты настраивается в резонанс с этим контуром, причем момент резонанса определяется по максимальному отклонению стрелки второго

вольтметра (лампы $Л_4 — Л_5$). Добротность определяется так же, как и в предыдущем случае.

Если шкалу генератора проградуировать в частотах, то, зная емкость эталонного конденсатора, нетрудно подсчитать индуктивность катушки.

Точно таким же образом можно определить емкость конденсатора. В этом случае к конденсатору подключается эталонная индуктивность $L_э$. По величине этой индуктивности и резонансной частоте генератора находят измеряемую емкость конденсатора.

Данный прибор можно также использовать для измерения резонансной частоты любого колебательного контура. Индуктивность, входящую в этот контур, присоединяют к зажимам L_x, а емкость — к зажимам C_x и настраивают генератор в резонанс. Резонансная частота контура определяется по шкале настройки генератора.

Для проверки и градуировки прибора используются эталонные индуктивность $L_э$ и емкость $C_э$. Генератор настраивают в резонанс с контуром, образованным из этих элементов, и показание шкалы генератора сравнивают с собственной частотой контура $L_э — C_э$.

Обращение с прибором очень просто. Отклонение измеренных величин от действительных не превосходит 15%, что можно считать вполне допустимым при большинстве радиолюбительских измерений.

МЮ-МЕТР

*(Экспонат **В. Н. Саврасова** и **С. Е. Гаинцева** — г. Барнаул)*

В практике работы радиолабораторий и консультаций радиоклубов иногда бывает необходимо проверить качество трансформаторной стали, стали для постоянных магнитов, или произвести какие-либо иные магнитные измерения.

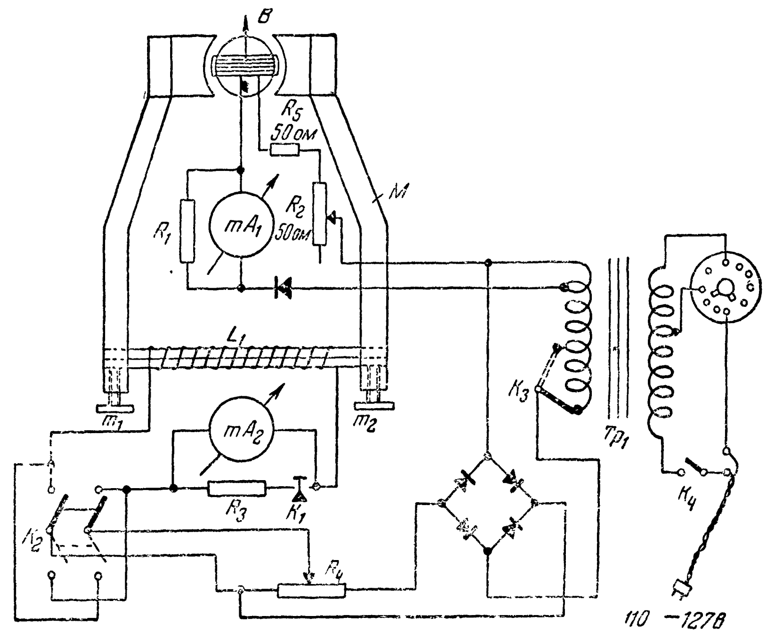
Этим задачам отвечает прибор, разработанный барнаульскими радиолюбителями В. Н. Саврасовым и С. Е. Гаинцевым, который назван ими «мю-метр».

Предлагаемый авторами прибор позволяет снять первоначальную кривую намагничивания, построить петлю гистерезиса, найти коэрцитивную силу, остаточный магнетизм, магнитную индукцию насыщения, а также построить кривую изменения магнитной проницаемости в зависимости от намагничивающих ампервитков.

Данный прибор назван мю-метром, так как его шкалу мож-

но проградуировать по величине магнитной проницаемости μ или по величине магнитной индукции B, которая является функцией магнитной проницаемости.

Для постройки прибора использован механизм от щитового вольтметра магнито-электрической системы, из которого удален постоянный магнит.



Фиг. 14. Принципиальная схема мю-метра В. Н. Саврасова и С. Е. Гаинцева.

Схема мю-метра изображена на фиг. 14. Принцип работы ее сводится к следующему.

Испытанию подвергается стальной стержень или стопка полосок стали длиной 90 *мм*, шириной 14 *мм* и толщиной 2,4 *мм*. Для трансформаторной стали необходимо взять столько полосок, чтобы общая толщина их составила 2,4 *мм*. Изготовленный таким путем образец вводится внутрь катушки L_1 и замыкает ярмо M, которое изготовляется из мягкой стали с минимальной коэрцитивной силой. Винты m_1 и m_2 обеспечивают плотное прилегание образца к ярму. Ярмо привинчено к полюсным наконечникам прибора. Таким образом магнитное поле постоянного магнита заменяется магнитным

полем катушки L_1 со стальным сердечником, роль которого играет испытываемый образец. Рамка прибора B будет отклоняться при протекании по ней тока. Как известно, угол отклонения стрелки прибора магнитоэлектрической системы вычисляется по формуле

$$a = kIB,$$

где B — магнитная индукция; I — сила тока в рамке; k — так называемая постоянная прибора. Формула остается справедливой и для нашего прибора. В эту формулу легко ввести размеры сечения испытываемого образца. Формула принимает вид $a = k_1 BIS$, где a — угол отклонения стрелки прибора; K_1 — постоянная прибора; I — сила тока в рамке; B — магнитная индукция; S — площадь сечения образца.

Рассмотрим простой случай, когда в цепи рамки поддерживается строго постоянная сила тока I и производится измерение образцов постоянного сечения S, тогда

$$a = k_{пр} B,$$

где $k_{пр}$ — постоянная прибора.

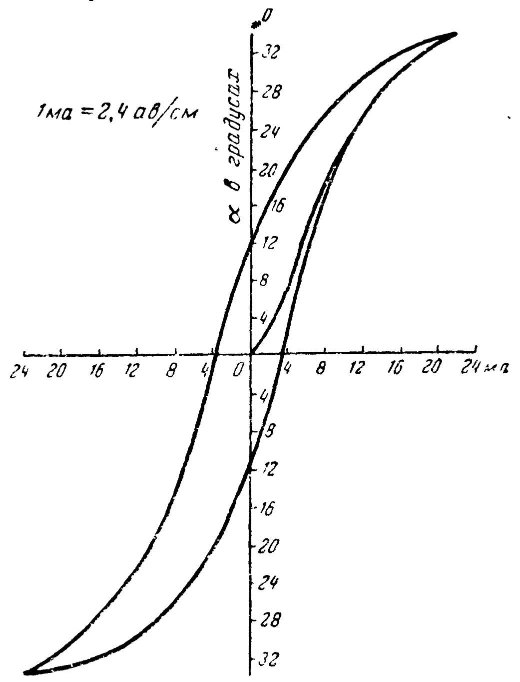
Таким образом, шкалу прибора можно градуировать в единицах магнитной индукции, например в гауссах. Для наблюдения за силой тока в цепи рамки служит миллиамперметр mA_1 с шунтом. В цепи рамки реостатом R_2 поддерживается постоянная сила тока. Реостат, таким образом, осуществляет корректировку прибора при колебаниях напряжения сети. Миллиамперметр mA_2 на 25 *ма* с нулем по середине шкалы и шунтом включен в цепь катушки подмагничивания и показывает силу тока в катушке L_1. Как известно, намагничивающий ток для тонкого длинного соленоида можно приближенно считать пропорциональным напряженности магнитного поля; следовательно, миллиамперметр mA_2 можно градуировать в ампервитках на сантиметр или в эрстедах.

Регулировка силы тока в катушке подмагничивания осуществляется потенциометром R_4, а перемена направления тока переключателем K_2, который представляет собой одноплатный переключатель, применяемый в радиоприемниках.

При измерении малых коэрцитивных сил сила тока в цепи катушки подмагничивания мала; в этих случаях для облегчения производства измерений шунт R_3 отключается кнопкой K и прибор mA_2 работает как миллиамперметр со шкалой до

5 *ма*. При этом для уменьшения напряжения переключатель K_3 устанавливается в верхнее положение.

Цепь подмагничивания получает постоянный ток от купроксного выпрямителя, собранного по двухпериодной схеме. Цепь рамки питается от отдельного купроксного элемента.



Фиг. 15. Кривая намагничивания мягкой стали, снятая мю-метром В. Н. Саврасова и С. Е. Ганнцева.

Прибор снабжен переключателем для переключения первичной обмотки трансформатора со 127 *в* на 110 *в*.

Данные деталей, входящих в схему, следующие.

Ярмо состоит из двух полос стали сечением 2 *см*² и длиной 140 *мм* каждая. Катушка подмагничивания L_1 имеет 17 000 витков провода ПЭ-0,22 и намотана на каркасе длиной 80 *мм* с внутренним окном 2,5×15 *м*.

Потенциометр проволочный R_3 на 2 000 *ом*.

Приборы: mA_1 — миллиамперметр со шкалой на 30 *ма*; он переделан из вольтметра на 15 *в* типа ПМ-70 путем удаления добавочного сопротивления и подбора шунта на указанную силу тока; mA_2 — миллиамперметр со шкалой до 5 *ма* с нулем по середине, типа ПМ-70; с шунтом он измеряет ток до 25 *ма*.

Понижающий трансформатор собран на железо Ш-20; толщина пакета 30 *мм*. Сетевая обмотка намотана проводом ПЭ-0,27 и имеет 1 270 витков с отводом от 1 100 витков. Вторичная обмотка имеет 300 витков с отводами от 45 до 120 витков; провод ПЭ-0,3.

Выпрямитель для подмагничивания собран по двухполупе-

риодной схеме. В каждом плече поставлено по 4 купроксных пластины с внутренним диаметром 7 *мм* и наружным—20 *мм*. Для питания рамки применен купроксный выпрямитель с одной пластиной того же размера.

Весь прибор собран в ящике размером 200×180×120 *мм*.

Вес прибора — около 4,5 *кг*.

Прибор должен быть проградуирован по образцу стали, данные о которой даны в ГОСТ или получены из какой-либо лаборатории. При отсутствии такого образца деления на шкалу прибора *B* можно нанести в градусах.

Перед испытанием пробу надо размагнитить в отдельном размагничивающем соленоиде; при малой коэрцитивной силе это можно осуществить и в самом приборе, путем многократного переключения тока в подмагничивающем соленоиде переключателем *K* с постепенным ослаблением тока потенциометром.

Снятая этим прибором кривая намагничивания листов мягкой стали показана на фиг. 15.

КАТОДНЫЙ ВОЛЬТМЕТР

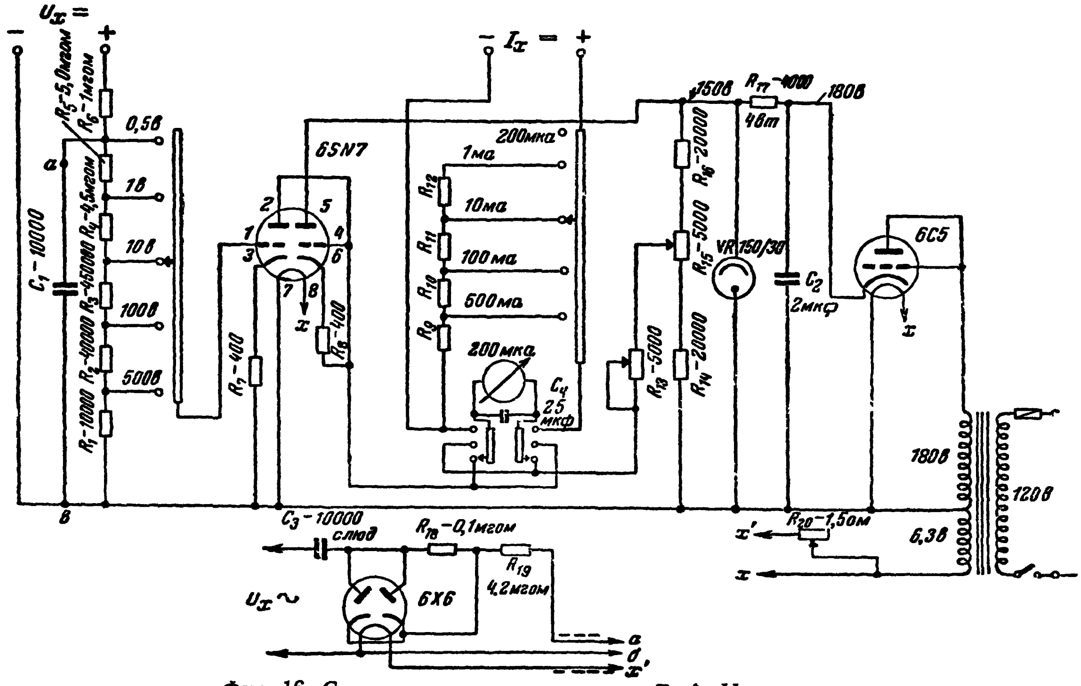
(Экспонат ***Е. А. Нехаевского*** *— г. Москва)*

Описываемый катодный прибор объединяет в себе вольтметр постоянного тока с пределами измерения в 0,5—1,0—10—100—500 *в*, вольтметр переменного тока с теми же пределами для частот от 30 *гц* до 20 *мггц* и миллиамперметр с пределами измерения в 0,2—1,0—10—100—500 *ма*. Прибор предназначен для налаживания радиоаппаратуры и проверки режимов ламп.

Схема

В основу прибора положена мостовая ламповая схема (фиг. 16). По существу — это два каскада, включенные последовательно, причем анодной нагрузкой первого триода, воспринимающего сигнал, служит идентичный второй триод. Такая схема обладает определенными преимуществами перед другими схемами ламповых вольтметров: линейностью показания измерительного прибора и независимостью показаний от напряжения сети. Кроме того, схема допускает использование грубого прибора на выходе или же расширение пределов измерения в область малых величин напряжения.

В приборе применена лампа типа 6SN7, что выгодно с точки зрения уменьшения числа ламп. Но лучше взять две



Фиг. 16 Схема катодного вольтметра Е. А. Нехаевского.

лампы типа 6Ж5. В этом случае, изменяя накал одной из них, можно легко получить идентичность характеристик, что обеспечивает более полную балансировку, а следовательно, и независимость отсчетов от колебаний напряжения сети.

В описываемом приборе влияние колебаний напряжения сети снижено путем использования неонового стабилизатора напряжения VR-150/30. Для уменьшения влияния сеточных токов и увеличения долговечности измерительной лампы напряжение накала снижено. Обмотка накала кенотрона (лампа 6С5), измерительной лампы и диода в пробнике — общая на 6,3 *в,* но подводка к части ламп сделана через реостат из манганинового провода, который гасит напряжение до 5,8 *в*.

Напряжение с диагонали моста снимается на магнитоэлектрический измерительный прибор со шкалой в 200 *мка,* подключаемый через трехпозиционный переключатель. Нижнему положению его соответствует включение измеряемого напряжения плюсом на сетку 6SN7, что бывает необходимо при измерениях высокого напряжения на анодах и экранных сетках ламп. Наоборот, при измерении смещения на управляющих сетках переключатель необходимо поставить в среднее положение и на сетку 6SN7 подавать минус. Этому положению соответствует также измерение напряжений переменного тока посредством отдельного пробника с диодом, включаемым при измерении через специальную фишку.

В третьем положении переключателя прибор работает как миллиампер; при этом измерительный прибор подключается к соответствующим шунтам. Для переключения шунтов использована вторая половина платы основного переключателя пределов измерения.

Сопротивление катодного вольтметра на всех пределах составляет 11 *мгом;* из них 10 *мгом* входят в делитель, а 1 *мгом* включается в пробник для устранения влияния емкости соединительных проводников на работу контуров исследуемого аппарата.

Для установки на нуль служит потенциометр R_{15} на 5 000 *ом*. Им приходится пользоваться при работе на малых пределах измерений в 0,5 и 1,0 *в*. В этом случае начинают уже сказываться сеточные токи. Влияния их легко избежать путем увеличения сопротивлений смещения R_7 и R_8. Однако, чувствительность схемы при этом снижается. В описываемом приборе выбраны некоторые средние условия.

Напряжения переменного тока измеряются посредством диодного выпрямителя. В качестве его взята лампа 6Х6. Это

позволило использовать второй диод для компенсации начального тока. Сопротивление R_{18} подбирается для данного экземпляра 6Х6 и может иметь величину от тысячи до сотни тысяч *ом*. Принцип компенсации начального тока ясен из схемы. Накал 6Х6 при замене ее новой может регулироваться переменным сопротивлением R_{20}.

Входная емкость высокочастотного пробника с лампой 6Х6 составляет около 30 *мкмкф*.

Конструкция

Передняя панель, субпанель для ламповых панелек и футляр выполнены из дюраля.

Выключатель сети расположен внизу на оси симметрии панели. Над ним помещен трехпозиционный переключатель рода работы.

Измерительный прибор взят со шкалой на 200 *мка*. Он врезан в верхней части панели. Слева от него установлен одноплатный переключатель пределов с фарфоровой платой на 5 положений, а справа расположен потенциометр установки нуля. Левая пара зажимов служит для измерения напряжения постоянного тока. Нижний зажим соединен с массой прибора, а верхний через сопротивление R_6 в 1 *мгом* — с делителем напряжения. Правая пара зажимов предназначена для измерения постоянных токов. Зажимы имеют изоляцию в виде точеных втулок из авиастекла.

В левой стороне футляра имеется круглое отверстие для включения переходной фишки высокочастотного пробника, сделанной из цоколя от металлической лампы. Диод 6Х6 заключен в пластмассовый корпус, закрытый крышкой из авиастекла, на который укреплен штепсель включения измеряемого напряжения. Конденсатор C_1 — слюдяной безиндукционный типа САМ. Соединительный кабель — трехжильный в панцырной оплетке. Провод, идущий от анодов диода, заключен дополнительно в панцырный чулок.

Входной делитель напряжения составлен из угольных сопротивлений, смонтированных на изоляционной панельке. Сопротивления универсального шунта сделаны из манганина различного сечения. Шунт для предела измерений в 500 *ма* состоит из кусочка манганина диаметром 0,5 *мм*, на который нанизаны бусины. Остальные шунты намотаны бифилярно на сопротивлениях типа ТО.

На боковых станках шасси укреплены переменные сопротивления R_{20} и R_{13}.

Все постоянные сопротивления, за исключением сопротивлений делителя и высокочастотного пробника, — проволочные.

Силовой трансформатор имеет сечение стали около 3,5 *см²*.

Работа с прибором

Прибор рассчитан на питание от сети переменного тока 120 *в*. Прогревание прибора занимает около 10 мин., хотя неответственные измерения могут проводиться и через 1—2 мин. после включения.

Установка нуля производится ручкой «установка нуля». При этом полезно закорачивать входные зажимы для устранения случайных наводок.

Основная шкала прибора имеет 100 делений. По ней ведутся отсчеты при измерении токов и напряжений постоянного тока, а также напряжения переменного тока для пределов 500 и 100 *в*. Пределы измерения переменного тока в 10, 1 и 0,5 *в* имеют соответственно три шкалы, расположенные ниже основной шкалы одна под другой.

При измерении напряжения переменного тока заблаговременно (для прогрева лампы) вставляется фишка соединения с высокочастотным пробником. Следует обратить внимание на правильное включение сеточного вывода пробника. Он не должен соединяться с корпусом испытуемой схемы.

Прибор снабжен проводниками со штепселями и «крокодилами».

Измерение постоянных токов производится обычным способом. Следует помнить, что в случае применения переключателя без перекрывающего контакта (как это имеет место в данном приборе), в момент переключения с предела на предел ток большой величины идет помимо шунта только через высокочувствительный прибор, который в этом случае может быть испорчен. Поэтому трехпозиционный переключатель следует до переключения пределов поставить в среднее положение.

Погрешность на всех шкалах составляет не более $\pm 3\%$. Изменение напряжения сети в пределах $\pm 10\%$ не сказывается заметно на показаниях прибора.

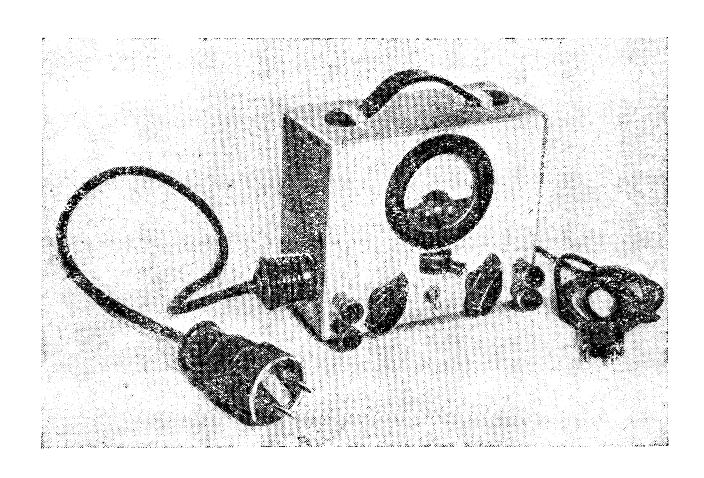
Габариты катодного вольтметра $170 \times 150 \times 110$ *мм*. Потребляемая мощность его около 17 *ва*.

Общий вид прибора показан на фиг. 17.

Описываемый катодный вольтметр был построен некоторыми из московских радиолюбителей. Один из них т. Аудер внес

несколько упрощений в схему и конструкцию прибора. Эти изменения могут представлять интерес для конструктора, решившего построить подобный прибор; поэтому остановимся на них вкратце.

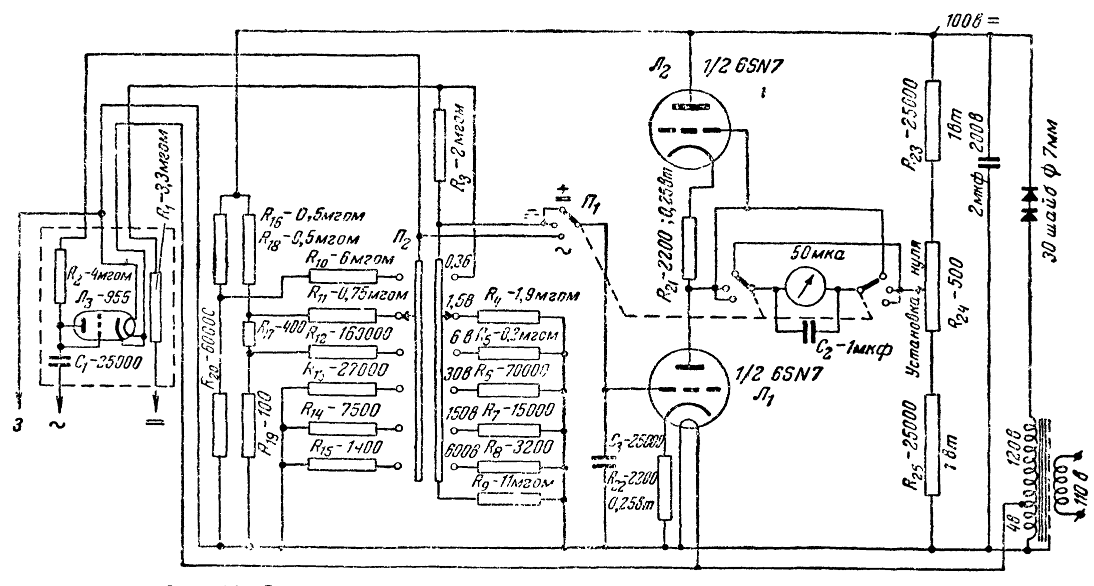
Изменению в основном подверглись выпрямительная и входная части (пробник и сеточный делитель) (фиг. 18). Отличительной особенностью этой схемы является внесение в пробник щупов для измерения как постоянного, так и переменного напряжения, причем переход на другой вид измерений



Фиг. 17. Общий вид катодного вольтметра Е. А. Нехаевского.

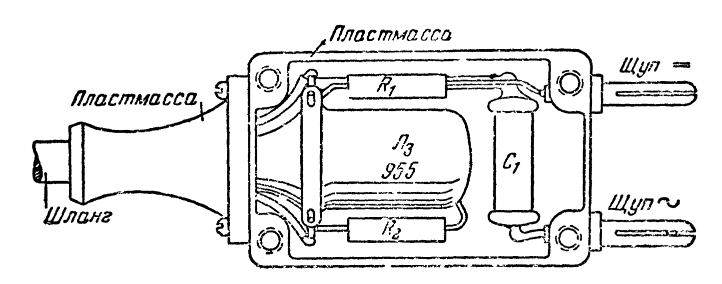
производится лишь одним переключателем, благодаря чему значительно упрощается пользование прибором. Земляной провод выводится отдельно от пробника и оканчивается зажимом типа «крокодил».

Пробник (фиг. 19) смонтирован в маленьком пластмассовом футляре. В нем находятся: лампа $Л_3$ типа 955, используемая в качестве диода, конденсатор C_1 и сопротивления R_1 и R_2, необходимые для устранения влияния емкости проводов шланга, идущего к пробнику. Сеточный делитель измеряемых напряжений, в отличие от ранее описанной схемы, делается отдельно как для переменных, так и постоянных напряжений. Для постоянных напряжений он составлен из сопротивлений R_1 и R_3 и из одного из сопротивлений R_4, R_5, R_6, R_7, R_9 в зависимости от предела измерений, с которого снимается напряжение на сетку



Фиг. 18. Схема катодного вольтметра со шкалами 0,3-600 *в* т. Аудер.

лампы $Л_1$. Такое построение делителя обеспечивает возможность независимой подгонки шкалы вольтметра для каждого предела измерений путем подбора сопротивлений R_4—R_9, что значительно упрощает наладку прибора. Для переменных напряжений делитель состоит из сопротивлений R_2 и R_{10}—R_{15}. Сопротивления R_{16}—R_{20}, величины которых подбираются, служат для подачи на сетку $Л_1$ положительного смещения, компенсирующего отрицательный потенциал на аноде $Л_3$, вызванный протеканием начального тока. Напряжение с делителей



Фиг. 19. Расположение деталей в пробнике (крышка снята).

подключается переключателем $П$ к сетке $Л_1$ в зависимости от рода измерений.

Переключатель типа 6Н1 (двухплатный) имеет 3 положения.

1) измерение переменных напряжений;
2) измерение отрицательных постоянных напряжений;
3) измерение положительных постоянных напряжений.

Поле переключателя цепи сетки монтируются на отдельной плите с целью разделения от цепей высокого напряжения. В схеме выпрямителя в целях ее упрощения изъяты сопротивление фильтра и стабиловольт. Кроме того, примечена однополупериодная схема, позволяющая уменьшить габариты выпрямителя. Получающееся некоторое ухудшение фильтрации переменной составляющей выпрямителя не сказывается заметно на работе вольтметра, так как микроамперметр шунтирован конденсатором C_2. Для увеличения стабильности усилителя постоянного тока введена глубокая отрицательная обратная связь (увеличены сопротивления R_{21} и R_{22}). В приборе применен более чувствительный микроамперметр (50 *мка*), что дало возможность установить следующие шкалы измерений: 0,3 *в*, 1,5 *в*, 6 *в*, 30 *в*, 150 *в*, 600 *в*. Шкала прибора — общая для

всех пределов как на постоянном, так и на переменном токе. Погрешность на всех шкалах, кроме шкалы 0,3 *в*, не более 3%.

Напряжение накала ламп значительно снижено для увеличения срока службы ламп.

Введенные в схему упрощения делают прибор более простым в изготовлении и наладке и лишь в небольшой степени снижают его точность.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КАТОДНЫЙ ВОЛЬТМЕТР

*(Экспонат **В. А. Иванова** — г. Москва)*

Универсальный катодный вольтметр, разработанный московским радиолюбителем В. А. Ивановым, дает возможность производить широкий комплекс измерений во всех встречающихся в практике видах радиоаппаратуры, работающей в диапазоне от 20 *гц* до 125 *мггц*. В соединении с сигнал-генератором этот прибор позволяет производить тщательное налаживание самой разнообразной аппаратуры.

Постройка универсального катодного вольтметра не представляет особой сложности и вполне доступна большинству радиолюбителей.

Прибор дает возможность измерять:

Напряжение постоянного тока в пределах от десятых вольта до 2 400 *в*. Входное сопротивление на всех шкалах выше 50 *мгом*.

Напряжение переменного тока в пределах от десятых вольта до 2 400 *в* при входной емкости ниже 5 *мкмкф*.

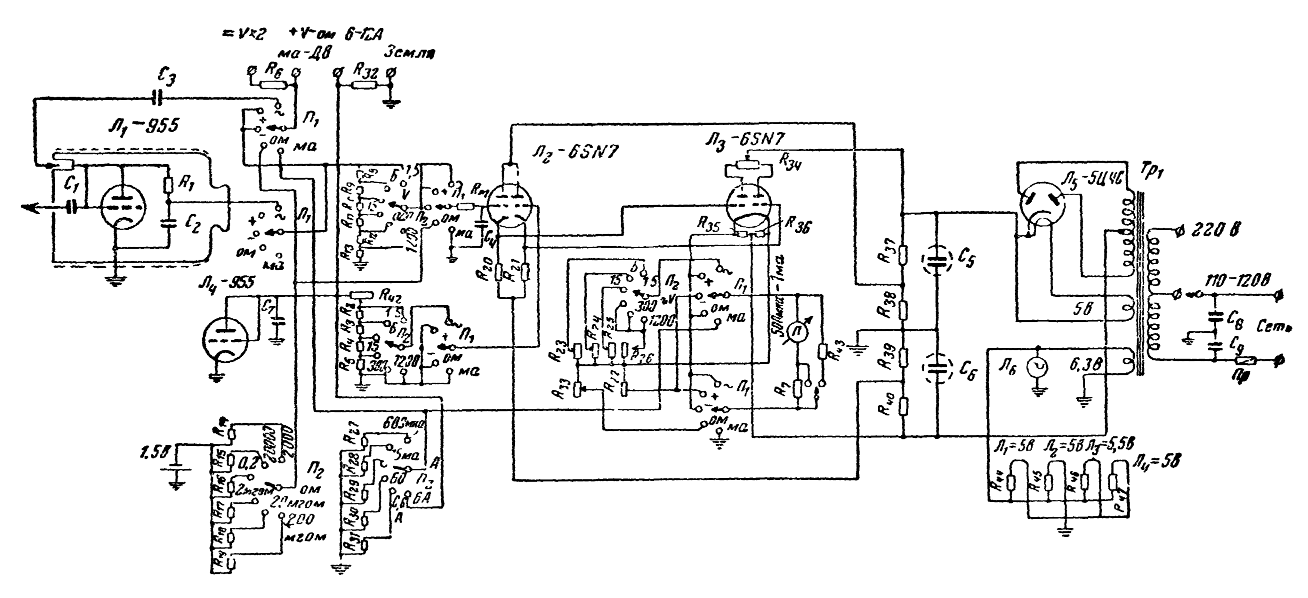
Сопротивления в пределах от десятков ом до 2 000 *мгом*.

Силу тока в пределах от десятков микроампера до 12 *а*.

Усиление и ослабление в децибелах в пределах от 10 до +50 *дб*.

Частотный диапазон измерений вольтметра лежит в пределах от 20 *гц* до 125 *мггц*, причем на частотах от 20 *гц* до 70 *мггц* влияние частоты не превышает 1%. Входное сопротивление на этих частотах около 6,5 *мгом*. На более высоких частотах вольтметр завышает показания не более чем на 2,5—3%.

При изменении напряжения питающей сети от 120 до 95 *в* погрешность не превышает 1,5—2%.

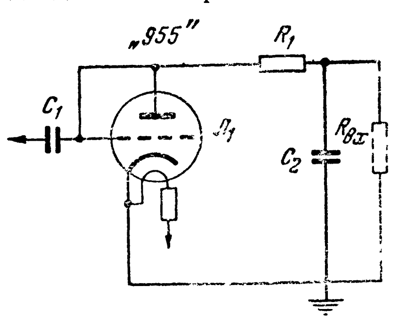


Фиг. 20. Схема универсального катодного вольтметра В. А. Иванова.

Схема прибора

Принципиальная схема вольтметра изображена на фиг. 20. При подведении переменного напряжения высокой частоты к игле пробника конденсатор C_1 будет заряжаться через диод $Л_1$—«жолудь» 955, включенный диодом до тех пор, пока напряжение на нем не станет равным пиковому значению подведенного напряжения (эта часть схемы показана на фиг. 21).

По окончании заряда конденсатора C_1 ток, проходящий через диод $Л_1$, прекращается. Затем конденсатор начинает медленно разряжаться через сопротивление R_1 и $R_{вх}$ и внешнюю цепь, из которой подводится переменное напряжение. При положительном полупериоде подводимого напряжения высокой частоты диод $Л_1$ снова начинает работать и конденсатор C_1 вновь накопит ту часть своего заряда, которую он потерял во время разряда на сопротивления R_1 и $R_{вх}$.



Фиг. 21. Схема пробника.

Постоянная времени при этом должна быть выбрана достаточно большой. При емкости конденсатора C_1 500 *мкмкф* на частотах ниже 100 *кгц* напряжение, выпрямленное пробником, начинает падать и на 50 *гц* отличается от пикового значения измеряемого напряжения приблизительно на 20%. Это явление происходит оттого, что на низких частотах постоянная времени конденсатора C_1 и сопротивлений R_1 и $R_{вх}$ оказывается слишком малой.

Для устранения этого явления на низких частотах, где входная емкость не имеет большого значения, пробник имеет контакт, который подключает к диоду $Л_1$ вместо конденсатора C_1 конденсатор значительно большей емкости. Благодаря этому конденсатор C_1 сохраняет бóльшую часть своего заряда, равную почти пиковому значению подводимого переменного напряжения в течение всего отрицательного полупериода.

Конденсатор C_2 служит для отвода переменной слагающей. Для сглаживания пульсаций служат сопротивление R_{41} и конденсатор C_4. Сопротивления подобраны так, что на левую сетку усилительной лампы $Л_2$ подается постоянная составляющая, равная по величине эффективному значению переменного

напряжения при синусоидальной его форме. Это сделано для того, чтобы получить совпадения шкал по постоянному и переменному току.

Сопротивление входного делителя вольтметра (R_8—R_{13}) равно 50 *мгом*. При невозможности приобретения таких больших по величине сопротивлений величины сопротивлений, входящих в делитель, можно пересчитать по формуле

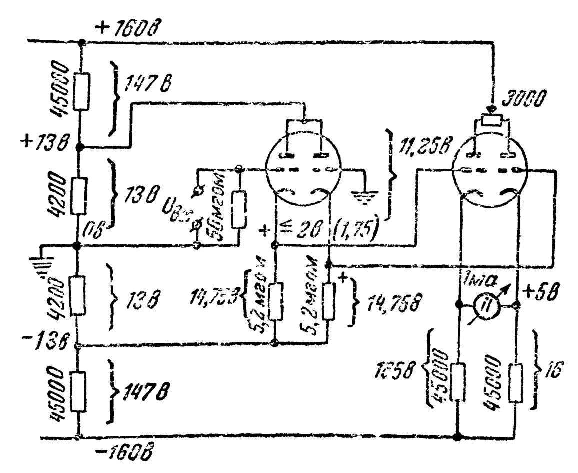
$$R_{отв} = \frac{U_{мин} R_{вх}}{U_{изм}},$$

где $R_{отв}$ — сопротивление между нижним концом потенциометра и отводом в *ом;*

$R_{вх}$ — входное сопротивление вольтметра (делителя $R_8 - R_{13}$) в *ом;*

$U_{изм}$ — желательная чувствительность шкалы в *в*;

$U_{мин}$ — полная чувствительность 1-й шкалы (в данном вольтметре равная 1,5 *в*) в *в*.



Фиг. 22. Упрощенная схема усилителя в катодном вольтметре В. А. Иванова.

Постоянная составляющая напряжения на сопротивлениях R_2—R_5 задает на левую сетку усилительной лампы $Л_2$ отрицательный потенциал, что вызывает уменьшение анодного тока этой лампы. Так как ток может уменьшаться только до нуля, то сеточная цепь усилительной лампы $Л_2$ может выдерживать длительные и значительные перенапряжения.

Упрощенная схема усилителя с указанием напряжений изображена на фиг. 22 Для получения малого сеточного тока, линейности шкалы и независимости от разбросов в параметрах ламп, в вольтметре применен 2-каскадный усилитель постоянного тока с катодной связью, где обе лампы работают при сильной отрицательной обратной связи. Первая лампа, кроме того, имеет значительно заниженное напряжение на аноде. Поэтому ее сеточный ток равен нулю, вследствие чего входное сопротивление получается очень большим.

Смещение на сетке усилительной лампы $Л_2$ (образуемое разностью напряжений на сопротивлениях R_{20} и R_{39}) равно 1,75 *в*.

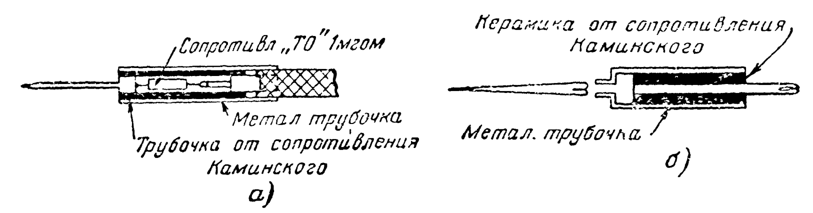
При уменьшении анодного тока в левой половине лампы $Л_2$ происходит уменьшение падения напряжения на сопротивлении R_{20}, что в свою очередь вызывает увеличение смещения на левой сетке лампы R_3, начальное смещение которой равно алгебраической сумме падений напряжений на сопротивлениях R_{20}, R_{40} и R_{35} минус 3,25 *в*.

Увеличение смещения на левой сетке лампы $Л_3$ вызовет уменьшение анодного тока этой половины лампы. Тогда баланс моста, составленного из двух триодов лампы $Л_3$ и сопротивлений R_{35} и R_{36}, будет нарушен, через миллиамперметр потечет ток и его стрелка отклонится. Если не принять специальных мер, то за счет начального тока диода $Л_1$ стрелка прибора отклонится на некоторую величину, хотя никакого переменного напряжения на вход вольтметра и не будет подано. Отклонение будет наибольшим на первом диапазоне (1,5 *в*). Для устранения этого явления в схему введен добавочный диод $Л_4$, потенциал с которого при измерениях переменного напряжения подается на правую сетку $Л_2$ и после усиления на правую сетку $Л_3$. Благодаря этому стрелка прибора остается на нуле на всех диапазонах.

Сопротивления делителя напряжения диода $Л_4$ (R_2—R_5) должны находиться в тех же отношениях, что и сопротивления входного делителя. Для первоначальной регулировки величины потенциала, необходимой вследствие неоднородности ламп, служит реостат R_{42}, ось которого выведена под шлиц; регулировка производится только при смене какой-либо из ламп.

При измерении постоянных напряжений в тех частях испытываемой схемы, где пользование длинными щупами может привести к расстройке схемы, применяется специальный экранированный щуп с вделанным на конце сопротивлением в 1 *мгом* (фиг. 23,*а*).

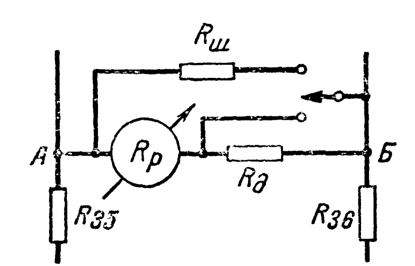
При измерении переменных напряжений в тех схемах, где входная емкость прибора все же вносит расстройку, игла пробника вынимается и вместо нее вставляется переходной конденсатор (фиг. 23,*б*). Входная емкость вольтметра и его чувствительность при этом уменьшаются вдвое.



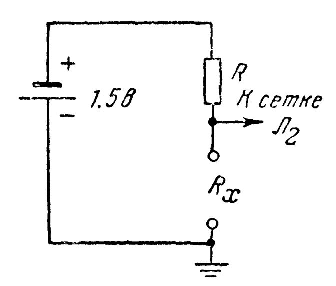
Фиг. 23. Щуп и входной добавочный конденсатор.

Для расширения пределов измерений до 2 400 *в*, а также для точного измерения напряжений или силы тока, немного превышающих основной диапазон, применяется переключатель, с помощью которого можно каждый диапазон измерений расширить в 2 раза (фиг. 24).

Обязательным условием для совпадения градуировки, как на шкалах измерений силы тока, так и при измерениях на-



Фиг. 24. Схема для расширения диапазона измерений.



Фиг. 25. Упрощенная схема прибора при измерении сопротивлений.

пряжений, является равное в обоих положениях переключателя сопротивление между точками *А* и *Б*.

Для этого в схему введены два сопротивления $R_ш$ и $R_д$.

В первом случае между точками *А* и *Б* включено только сопротивление рамки прибора, т. е. 300 *ом;* во втором случае результирующее сопротивление между *А* и *Б* равно также 300 *ом*.

При измерении сопротивлений входная цепь прибора принимает вид, упрощенно показанный на фиг. 25.

Весь прибор при измерении сопротивлений переключается на измерение положительных постоянных напряжений на шкале в 1,5 *в*. Таким образом, при закорачивании щупов стрелка будет находиться на нуле, а при размыкании их — на максимуме, что соответствует отметке ∞. Измеряемое сопротивление служит утечкой левой сетки $Л_2$.

Прибор работает на лампах: 955 (2 шт.), 6SN7 (2 шт.) и кенотроне 5Ц4С.

Лучше всего применять переключатели, собранные на керамике. Конденсаторы, входящие в схему, предварительно должны быть проверены с помощью омметра этого же прибора на утечку. Панельки для ламп усилителя желательно брать керамические. Силовой трансформатор может быть применен любого типа, экранированный, на мощность в 40 *вт*

Донышко пробника, на котором прикреплена игла, сделано из полистирола, но вполне можно применить и авиастекло.

Лампы-«жолуди» можно заменить одной лампой 6Х6, однако при этом входная емкость прибора увеличится до 8 *мкмкф*. При такой замене с лампы 6Х6 должен быть снят цоколь.

Реостаты R_{22}—R_{26} должны быть хорошо изолированы от корпуса. В качестве измерительного прибора взят миллиамперметр, дающий полное отклонение стрелки при токе в 1 *ма*.

Рассмотрим налаживание вольтметра.

Обычно схемы, в которой встречаются величины сопротивлений порядка двух-трех десятков *мгом*, пугает радиолюбителя, так как найти точные сопротивления такой величины трудно, а проверить их на величину нет возможности, ибо у радиолюбителя обычно бывает омметр на диапазон только до нескольких тысяч ом. Именно на наличие у радиолюбителя такого омметра и рассчитан описываемый метод налаживания.

Для налаживания прибора необходимо в первую очередь приобрести следующие сопротивления: R_{21}, R_{35}, R_{36}, R_{37}, R_{38}, R_{39}, R_{40}, два потенциометра R_{33} и R_{34} и одно из сопротивлений диапазона омметра, лучше всего R_{14} (10 *ом* $\pm 1\%$), так как его наиболее легко изготовить самостоятельно. Все перечисленные выше сопротивления должны иметь допуски не более $\pm 5\%$. Если эти сопротивления будут подобраны правильно и все соединения в монтаже сделаны без ошибок, то прибор сразу заработает; нужно будет только отрегулировать напряжение, даваемое выпрямителем на величину в 320 *в*.

Первоначально налаживается шкала омов 0 — 2 000 *ом*. Для этого аппарат включают в сеть, переключатель ставят в положение Ω и проверяют при замкнутых щупах установку прибора на нуль. Невозможность установки стрелки на нуль укажет на неправильный подбор величин сопротивлений R_{35} и R_{36} или неравный ток в правой и левой половине лампы $Л_3$. Далее размыкают щупы и, вращая рукоятку Ω, ставят стрелку прибора на максимальное отклонение по шкале, что соответствует ∞ (бесконечность). После этого приступают к градуировке шкалы омов на первом диапазоне (0 — 2 000 *ом*).

Этот диапазон градуируется с особой точностью, так как от него зависит точность градуировки на других диапазонах, а следовательно, и правильность показаний всего аппарата в целом.

Далее, воспользовавшись отградуированной шкалой, можно приступить к подбору величины сопротивления R_{15} (100 *ом* ± ± 1 %) для следующего диапазона 0—20 000 *ом*.

Подбирая сопротивление для каждого последующего диапазона, желательно составлять его из двух отдельных сопротивлений в 2 раза меньшей величины и включать их в схему последовательно. Это значительно уменьшает ошибку в отсчете. В дальнейшем сопротивления могут быть заменены на одинарные.

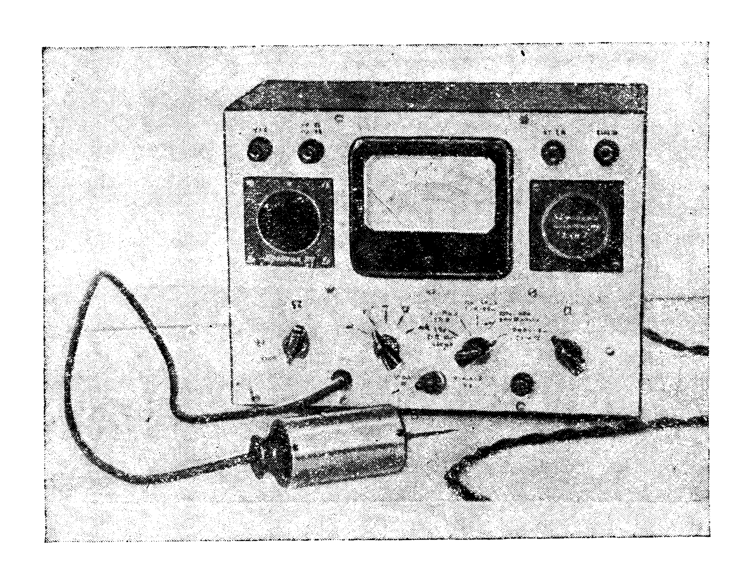
Процесс подбора сопротивлений повторяется до тех пор, пока сопротивления R_{14}—R_{19} не будут подобраны.

Далее следует приступить к подбору сопротивлений входного делителя (R_8—R_{13}), а затем и к подгонке шкал постоянного тока. Если делитель подобран хорошо, то все налаживание сводится к подгонке конца полуторавольтовой шкалы с помощью потенциометра R_{22}. Остальные диапазоны совпадут автоматически, так как все шкалы постоянного тока совершенно равномерны и их разметка может быть произведена заранее с помощью циркуля.

После этого можно вставить щуп на входное сопротивление 100 *мгом*, переключить прибор на измерение постоянных напряжений и руководствуясь фиг. 22 проверить все напряжения, за исключением левых катодов $Л_2$ и $Л_3$. Для измерения этих напряжений необходимо поменять местами сетки лампы $Л_2$ и переключить прибор на измерение напряжений с обратным знаком. При всех этих измерениях за нулевой потенциал нужно принять корпус прибора (земля), а напряжения отсчи-

тывать с положительным и отрицательным знаком. Пользоваться нужно только одним щупом.

После налаживания диапазонов постоянных напряжений следует перейти к шкалам переменных напряжений. Пробник должен быть вставлен в прибор. Переключив прибор на измерение ~, при помощи реостата R_{42} возвращают стрелку на нуль. После этого приступают к градуировке первой шкалы перемен-



Фиг. 26. Общий вид универсального катодного вольтметра В. А. Иванова.

ным током 50 *гц* по любому вольтметру переменного тока с купроксом, предварительно установив ее предел точно на 1,5 *в* с помощью реостата R_{23}. Для диапазонов переменных напряжений 1,5 и 6 *в* прибор должен иметь отдельные шкалы (вследствие нелинейности характеристики диода). Остальные диапазоны переменных напряжений имеют общие шкалы с постоянными напряжениями.

Подогнав таким образом все диапазоны переменного тока, можно приступить к подгонке шунтов к прибору для измерений токов.

Предварительно они рассчитываются по формуле

$$R_ш = \frac{I_п R_п}{I_ш},$$

где $I_п$ — ток через прибор при полном отклонении стрелки в *а*;

$R_п$ — сопротивление рамки прибора в *ом*;

$I_ш$ — ток через шунт в *а*;

$R_ш$ — сопротивление шунта в *ом*.

Режим накала ламп, указанный в принципиальной схеме (фиг. 18), является оптимальным и найден после проведения значительного числа экспериментов для выяснения зависимости показаний прибора от падения напряжения в питающей сети. Внешний вид катодного вольтметра показан на фиг. 26.

Данные деталей, входящих в схему катодного вольтметра:

Сопротивления: R_1 — 20 *мгом*; R_2 и R_9 — по 7,5 *мгом*; R_3 — 1,5 *мгом*; R_4 и R_{11} — по 0,75 *мгом*; R_5 — 0,25 *мгом*; R_6 — 50 *мгом*; R_7 — 300 *ом*, подбирается при налаживании; R_8 — 37,5 *мгом*; R_{10} — 3,75 *мгом*; R_{12} — 0,375 *мгом*; R_{13} — 0,125 *мгом*; R_{14} — 10 *ом*; R_{15} — 100 *ом*; R_{16} — 1 000 *ом*; R_{17} — 10 000 *ом*; R_{18} — 0,1 *мгом*; R_{19} — 10 *мгом*; R_{20}, R_{21} и R_{41} — по 5,2 *мгом*; R_{22}, R_{23}, R_{24}, R_{25} и R_{26} — по 3 000 *ом*, переменное; R_{27}, R_{28}, R_{29}, R_{30}, R_{31}, R_{32} и R_{43} подбираются в зависимости от чувствительности и сопротивления прибора *П*; R_{33} — 10 000 *ом*, переменное, с выключателем; R_{34} — 3 000 *ом*, переменное; R_{35}, R_{36}, R_{37} и R_{40} — по 45 000 *ом*, R_{38} и R_{39} — по 4 200 *ом*; R_{42} — 5 *мгом*, переменное; R_{43} — 600 *ом*; R_{44}, R_{45}, R_{46} и R_{47} подбираются при налаживании.

Конденсаторы: C_1 — 500 *мкмкф*; C_2 — 1 000 *мкмкф*; C_3 — 0,03 *мкф*; C_4 — 5 000 *мкмкф*; C_5 и C_6 — по 10 *мкф*; C_7 — 1 000 *мкмкф*; C_8 и C_9 — по 50 000 *мкмкф*.

Лампы: $Л_1$ и $Л_4$ — 955; $Л_2$ и $Л_3$ — 6SN7; $Л_5$ — 5Ц4С; $Л_6$ — 6,3 *в*; 0,25 *а*.

П — микроамперметр на 500 *мка*; может быть заменен миллиамперметром на 1 *ма*.

Приложение

Электроизмерительные приборы магнитоэлектрической системы

Тип	Наименование	Диаметр цоколя или габаритные размеры, *мм*
	А. Щитовые приборы	
МН	Амперметры и вольтметры нормальные . . .	185
ММ	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры малые	135
2МУ	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры уменьшенные	110
МНС	Амперметры, вольтметры специальные брызгонепроницаемые	185
МВ	Амперметры и вольтметры герметические . .	160
4МВ	Амперметры и вольтметры герметические . .	80 × 80 × 68
4МШ[1]	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры в штампованном корпусе	82
ПМ-70	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры	70
5МЛ[1]	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры (лилипуты)	70
МК-55	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры	70 × 70
М-13	Амперметры брызгонепроницаемые двухстрелочные	200 × 200 × 90
М-110	Амперметры, вольтметры брызгонепроницаемые	184 × 184 × 100
М-113/1	Амперметры и вольтметры герметические . .	175 × 175 × 96
М-415	Амперметры и вольтметры герметические малогабаритные	83 × 83 × 72
М-61/1	Миллиамперметры, амперметры миниатюрные	43 × 43 × 40
М-61/2	Вольтметры миниатюрные	43 × 43 × 40
М-63/1	Вольтметры миниатюрные	43 × 43 × 40
А-040	Амперметры авиационные	60
В-040	Вольтметры авиационные	60
ВА-040	Вольтамперметры авиационные	60
М-41	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры утопленные неэкранированные	80

[1] В настоящее время эти приборы с производства сняты; приборы типа 4МШ могут быть заменены приборами типа ПМ-70, приборы 5МЛ — приборами типа МК-55.

Тип	Наименование	Диаметр цоколя или габаритные размеры, *мм*
	Б. Переносные приборы	
2МП	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры	187 × 187 × 108
МПС	Амперметры и вольтметры специальные экранированные	187 × 187 × 108
МПК	Миллиамперметры, амперметры и вольтметры контрольные	215 × 195 × 88
М-45	Амперметры, вольтметры и вольтмиллиамперметры малогабаритные	123 × 113 × 51
5МП[1]	Амперметры, вольтметры и вольтмиллиамперметры карманные	95 × 68 × 37
МК-60	Амперметры, вольтметры и вольтмиллиамперметры карманные	60 × 60
М-65	Вольтметры миниатюрные	80 × 60 × 37
М-55/1 М-55/3 М-55/4 М-55/5	Амперметры, вольтметры и вольтмиллиамперметры карманные	92 × 60 × 37
2МД	Миллиамперметры дифференциальные . . .	150 × 145 × 80
МЗГ	Зеркальные гальванометры (стационарные) .	230 × 247
МО	Стрелочные гальванометры	195 × 125 × 82
ГМП	Стрелочные гальванометры	85 × 130 × 107

[1] В настоящее время эти приборы с производства сняты; приборы типа 5МП могут быть заменены приборами типа МК-60.

ИСПРАВЛЕНИЯ

В вып. 11 „Массовой радиобиблиотеки" — „Аппаратура для проверки и налаживания радиоприемников" (Экспонаты 6-й Всесоюзной заочной радиовыставки) необходимо внести следующие исправления:

1. На фиг. 2 (стр. 10) катод лампы *Ef-14* следует соединить с землей.

2. На той же фигуре обозначение зажимов C и $C_{внешние}$ надо заменить на C и $I_{внешние}$.

3. На фиг. 9 (стр. 22) в схеме делителя напряжения вместо указанного сопротивления в 9 000 *ом* должно быть сопротивление в 90 000 *ом*.

Тип	Накал		Минимальный режим		Максимальный режим		Миним. ток втор. анода	Запирающ. напряж. на модулят.	Чувствительность	Цвет сьечения экрана	Отклонение	Фокусировка	Основное применение	Габариты	
	U	I	U_{a_2}	U_{a_1}	U_{a_2}	U_{a_1}								Высота	Диаметр
—	*в*	*а*	*в*	*в*	*в*	*в*	*мка*	*в*	*мм/в*	—	—	—	—	*мм*	*мм*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ЛО-717	2,5	1,8—2,4	2 500	460	7 000	1 500	100	—100	0,07	Зеленый	Электростатичес.	Электростатичес.	Осциллограф.	575	238
ЛО-718	2,5	1,8—2,4	—	—	2 000	425	85	—65	0,2	Белый	То же	То же	Телевидение	440	135
ЛО-719	2,5	1,8—2,4	800	250	1 200	350	85	—60	0,2	Светло-зеленый	»	»	Осциллограф.	300	78
ЛО-720	2,5	1,8—2,4	800	200—260	1 200	280—380	85	—60	0,2	Белый	Электро статичес.	Электростатичес.	Осциллограф.	300	78
ЛО-721	2,5	1,8—2,4	1 000	170—210	2 000	350—440	85	—55	0,2	То же	То же	То же	То же	430	135
ЛО-726	2,5	2,1	—	—	3 500	—	—	—60	0,19	Зеленый	Магнитное	Магнитная	»	—	178
ЛО-729	6,3	0,6	1 500	430	2 000	575	—	—60	0,13	То же	Электростатичес.	Электростатичес.	»	—	76
ЛО-730	6,3	0,6	1 500	430	2 000	575	—	—60	0,11	»	То же	То же	Круговая развертка с радиальным отклонением	—	76
ЛО-731	6,3	0,6	4 000	250	7 000	250	—	—45	—	Желто-оранжев.	Магнитное	Магнитная	Осциллограф.	—	127
ЛО-732	6,3	0,6	4 000	250	7 000	250	—	—45	—	То же	То же	То же	Осциллограф. с прямоуг. экраном	—	305
ЛО-734	—	—	—	—	—	—	—	—	—	»	»	»	Осциллограф.	—	225
ЛО-735	6,3	0,6	4 000	250	7 000	250	—	—45	—	»	»	»	То же	—	178
ЛО-736	6,3	0,6	1 500	430	2 000	575	—	—60	0,28	»	»	»	Осциллограф. с длит. послесвечен	—	127
ЛО-737	6,3	0,6	1 500	430	2 000	575	—	—60	0,28	Зеленый	Электростатичес.	Электростатичес.	Осциллограф.	—	127
ЛО-738	6,3	0,6	500	125	1 000	250	—	—60	0,11	Светло-зеленый	То же	То же	То же	—	51

Цена 1 р. 50 к.